

I. *Ueber die unorganischen Bestandtheile in den organischen Körpern; von Heinrich Rose.*

Man hat, aber doch erst seit einigen Jahren, den unorganischen Bestandtheilen in den vegetabilischen und animalischen Substanzen mehr Aufmerksamkeit als früher geschenkt, und besonders durch Liebig's Bemühungen angeregt, die Asche der organischen Körper vielfältig untersucht. Diese Untersuchungen hatten aber vorzüglich nur einen technischen Zweck. Man sah bald ein, daß da die Pflanzen die unorganischen Bestandtheile, ohne welche sie nicht bestehen können, aus dem Boden ziehen, es von der größten Wichtigkeit sey, diese Bestandtheile mit Genauigkeit zu bestimmen, um beurtheilen zu können, ob der Boden sie zu liefern im Stande sey, und um widrigenfalls sie demselben durch einen passenden Dünger zuzuführen.

Bis jetzt ist durch fast alle Untersuchungen dieser Art nur das relative Verhältniß der unorganischen Bestandtheile in der Asche bestimmt worden. Bisweilen hat man freilich durch mikroskopische Untersuchungen die Gegenwart gewisser unorganischer Bestandtheile, namentlich die von Salzen, nachgewiesen, aber fast nie hat man sich ernstlich mit der doch ziemlich nahe liegenden Frage beschäftigt: auf welche Weise sind die unorganischen Substanzen mit den organischen verbunden? Ob sie Verbindungen untereinander ähnlicher Art bilden, wie sie sich in unseren Laboratorien künstlich darstellen lassen, oder ob eigenthümliche, nur im lebenden organischen Körper existirende, durch den wechselseitigen Einfluß der unorganischen Materien auf die organischen entstehen, sind Fragen, die namentlich für die

Physiologie der Pflanzen und Thiere von hoher Bedeutung sein müssen, und die noch nicht genau erörtert worden sind.

Nur in sehr wenigen Fällen hat man Untersuchungen dieser Art anzustellen versucht. Man hat sich z. B. bemüht, nachzuweisen, auf welche Weise das Eisen mit den übrigen Bestandtheilen des Bluts verbunden ist. Aber diese, so wie einige andere Versuche ähnlicher Art, stehen ganz vereinzelt da; nie wenigstens hat man zu erforschen gesucht, auf welche Weise die unorganischen Bestandtheile, die dem vegetabilischen und dem animalischen Körper durch den Boden und durch die Nahrungsmittel zugeführt werden, sich in demselben verändern.

Vor einiger Zeit suchte ich nachzuweisen, dafs wenn man einen organischen Körper vegetabilischen oder animalischen Ursprungs beim Ausschlufs der Luft durch ein nicht zu starkes Erhitzen verkohlt, die unorganischen Bestandtheile sich zwar zum Theil durch die gewöhnlichen Auflösungsmittel der unorganischen Salze, Wasser und Chlorwasserstoffsäure, ausziehen lassen, dafs aber ein Theil und zwar oft der grösste Theil in der Kohle einiger organischen Substanzen in einem Zustand enthalten sey, dafs er sich der Auflösung in Wasser und in Chlorwasserstoffsäure gänzlich entzieht und nur durchs Verbrennen der Kohle in Sauerstoffgas oder in der atmosphärischen Luft dargestellt werden kann ¹⁾. Offenbar ist dieser Theil der unorganischen Substanzen nicht so, wie man ihn nach der Verbrennung erhält, in der organischen Substanz und auch nicht in der Kohle derselben enthalten gewesen, sondern er ist erst durch Oxydation gebildet worden. Ich habe ferner mehrere Versuche beschrieben, welche zeigen, dafs nicht die Gegenwart und die Beschaffenheit der Kohle die Ursachen sein können, um eine etwaige Unauflöslichkeit der unorganischen Substanzen, wären sie im organischen Körper so fertig gebildet, wie wir sie in der Asche finden, in den Auflösungsmitteln zu bedingen.

Diese Bemerkungen, die ich in ihrer Unvollkommenheit

1) Pogg. Ann. Bd. 70. S. 449,

und durch wenige Beweise unterstützt, bekannt machte, um die Aufmerksamkeit der Chemiker auf diesen, wie es mir schien, nicht unwichtigen Gegenstand zu leiten, haben keine Beachtung gefunden. Ich habe aber nach der Zeit mich noch ferner mit diesen Untersuchungen beschäftigt, und mehrere junge Chemiker veranlaßt in meinem Laboratorium in verschiedenen organischen Substanzen die unorganischen Bestandtheile von dem Gesichtspunkt aus zu bestimmen, daß die von ihnen, welche im organischen Körper schon fertig gebildet enthalten sind, von denen getrennt werden, die in einem nicht oder minder oxydirten Zustande in demselben vorhanden seyn müssen.

Diese Untersuchungen haben vollkommen das bestätigt, was sich beim Nachdenken über diesen Gegenstand von selbst ergeben hatte. Ich kann wohl behaupten, daß bei keiner meiner chemischen Untersuchungen das Experiment so vollständig die Hypothesen, die ich mir vor dem Beginn der Arbeit machte, bewahrheitet hat, wie bei dieser.

Wenn man den ganzen Proceß, wie die Pflanzen und die Thiere die erhaltenen unorganischen Substanzen assimiliren, näher verfolgt, so scheint sich zu ergeben, daß dieß bei beiden auf eine ganz entgegengesetzte Art und Weise geschieht. Es sey mir erlaubt dieß näher zu erörtern.

Die unorganischen Bestandtheile in den Pflanzen.

Die Pflanzen erhalten die unorganischen Bestandtheile durch die Wurzel, welche sie dem Boden, auf dem sie wachsen, entnimmt. Dieser enthält dieselben entweder schon unter seinen Bestandtheilen, oder sie werden ihm durch einen geeigneten Dünger zugeführt. In beiden Fällen sind diese unorganischen Bestandtheile im möglichst oxydirten Zustande. Enthält sie der Dünger noch nicht in diesem Zustande, so ist er als Dünger nicht ganz passend, und wird es erst, wenn er längere Zeit der Luft ausgesetzt worden ist.

Man kann wohl annehmen, daß die unorganischen Bestandtheile im möglichst aufgelösten Zustande von der Wurzel

aufgenommen, in die Gefäße des Stengels und des Stammes empor steigen. Wahrscheinlich werden die im Wasser unlöslichen Salze mit Hülfe der Kohlensäure aufgelöst.

Während des Wachsthum's der Pflanze findet in derselben ein Desoxydationsproceß statt; die grünen Theile entwickeln durch den Einfluß des Sonnenlichts bekanntlich Sauerstoffgas. Wenn sie auch nur die Kohlensäure der Luft zersetzen, so assimiliren sie doch den Kohlenstoff derselben, wodurch nach und nach die Masse desselben gegen die des Sauerstoffs in der Pflanze bedeutender wird. An diesem Desoxydationsproceß nehmen alle Theile der Pflanze Antheil, welche mit den grünen Theilen derselben in Berührung stehen, so lange dieselbe im Zustand des Wachsens ist und die grünen Theile ihre grüne Farbe noch nicht verloren haben. Wenn wir nun finden, daß in den Pflanzen ein Theil der durch die Wurzel aufgenommenen unorganischen Bestandtheile in einem desoxydirten Zustande enthalten ist, in welchem er wenigstens nach der Verkohlung der Pflanze in den gewöhnlichen Auflösungsmitteln der unorganischen Salze, dem Wasser und der Chlorwasserstoffsäure unlöslich ist, und daß dieser Theil sich erst durch Oxydation wieder in ähnliche Salze verwandelt, wie sie von der Wurzel aus dem Boden aufgenommen sind, so ist zu vermuthen, daß die Menge der desoxydirten unorganischen Bestandtheile in denjenigen Theilen der Pflanze gering seyn muß, die in näherer Berührung mit dem Boden stehen, in denen also die Desoxydation der Pflanzentheile, und also auch die der unorganischen Salze in denselben, erst angefangen hat. Jene Menge muß aber um so größer in den Theilen der Pflanze seyn, deren Entstehung die längste Zeit erfordert hat, und nach deren Bildung viele, die jährigen Pflanzen gänzlich, absterben. Das Verhältniß also der nicht desoxydirten zu den desoxydirten unorganischen Bestandtheilen in den Pflanzen muß also sehr verschieden seyn in dem Kraute und in dem Saamen.

Diese Vermuthung ist durch das Experiment auf das vollständigste bewahrheitet worden.

Herr Weber hat über die unorganischen Bestandtheile in den Erbsen und dem Erbsenstroh eine vergleichende Untersuchung angestellt, die in den angehängten Beilagen ausführlicher beschrieben ist ¹⁾. Beide wurden beim Ausschluss der Luft bei einer so mäßigen Temperatur verkohlt, daß das Wasser, mit welchem die verkohlte Masse behandelt wurde, sich nicht gelb oder braun färbte, sondern ganz ungefärbt blieb. Es wurden von der verkohlten Masse der Erbsen durch das Wasser viel Chlorkalium und phosphorsaures Kali, etwas Chlornatrium, und schwefelsaures Kali, und viel kohlen saures Kali aufgelöst, welches letztere in den unverkohlten Erbsen als ein Kalisalz mit einer organischen Säure enthalten gewesen seyn muß. — Von der verkohlten Masse des Erbsenstrohs löste Wasser eine noch ungleich bedeutendere Menge von kohlen saurem Kali auf, dahingegen kleinere Mengen von Chlorkalium, Chlornatrium, schwefelsaurem Kali, kieselsaurem Kali und schwefelsaurer Kalkerde.

Als die mit Wasser erschöpften verkohlten Massen darauf mit Chlorwasserstoffsäure behandelt wurden, löste dieselbe aus den verkohlten Erbsen phosphorsaure Salze von Kali, Natron, Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd, hingegen gar keine kohlen sauren Erdsalze auf. Aus dem verkohlten Erbsenstroh hingegen wurde durch jene Säure eine große Menge von kohlen saurer Kalkerde, eine geringere Menge von kohlen saurer Magnesia, und phosphorsaure Verbindungen von Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd, aber nicht von Kali und Natron ausgezogen.

Die durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpfte Kohle wurde beim Zutritt der Luft verbrannt. Die Kohle der Erbsen hinterließ phosphorsaure Salze von Kali, Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd; die Kohle des Erbsenstrohs phosphorsaure Verbindungen von Magnesia, Kalkerde und Eisenoxyd, aber nicht von Kali, dagegen noch eine bedeutende Menge von Kieselsäure.

Vergleicht man die Mengen der bei diesen verschiede-

1) Siehe Beilagen I und II.

nen Operationen erhaltenen unorganischen Stoffe in den Erbsen und dem Erbsenstroh, so ergeben sich folgende Resultate: Es wurden erhalten aus 100 Grm. Erbsen und aus 100 Grm. Erbsenstroh

	Erbsen.	Erbsenstroh.
im wässrigen Auszuge	0,380 Grm.	1,417 Grm.
im chlorwasserstoffsäuren -	0,356 -	3,458 -
durch Verbrennung der Kohle	0,909 -	0,375 -

Wasser und Chlorwasserstoffsäure lösten also aus dem verkohlten Erbsenstroh sehr bedeutende Mengen von unorganischen Bestandtheilen, aus den Erbsen aber, eine sechs bis sieben Mal kleinere Menge davon auf. Durch die Verbrennung der durch Auflösungsmittel erschöpften Kohle hatten sich aber bei den Erbsen bei weitem mehr feuerbeständige Salze gebildet als bei dem Erbsenstroh.

Das Verhältniß im letzteren Falle ist aber noch weit auffallender, als es auf den ersten Blick den Anschein hat. Denn die Asche der erschöpften Kohle des Erbsenstrohs enthält mehr als die Hälfte ihres Gewichts an Kieselsäure, welche schon als solche im oxydirten Zustand in der lebenden Pflanze existirte, und nur durch ihre Unauflöslichkeit in den Auflösungsmitteln erst nach Verbrennung der Kohle erhalten werden konnte. Berücksichtigt man diesen Umstand, so giebt die erschöpfte Kohle der Erbsen fünfmal mehr feuerbeständige Salze als die des Erbsenstrohs.

Ganz ähnliche Resultate wurden bei der von Herrn Weber angestellten Analyse der unorganischen Bestandtheile im Raps und im Rapsstroh erhalten ¹⁾.

Die Mengen der unorganischen Bestandtheile waren in 100 Grm. des Raps und in 100 Grm. des Rapsstrohs:

	Raps.	Rapsstroh.
im wässrigen Auszuge	0,230 Grm.	1,556 Grm.
im chlorwasserstoffsäuren -	0,884 -	1,805 -
durch Verbrennung der Kohle	1,364 -	0,570 -

Aber auch hier ist das Verhältniß noch auffallender, als es zuerst erscheinen muß, weil in der Asche, der durch

1) Siehe Beilagen III und IV.

Auflösungsmittel erschöpften Kohle des Rapsstrohs, ähnlich wie bei der des Erbsenstrohs, fast die Hälfte der Bestandtheile aus Kieselsäure besteht.

Die durch Verbrennung der durch Auflösungsmittel erschöpften Kohle erhaltenen Salze konnten, wie diess schon oben erwähnt worden, als solche nicht in der Pflanze und in dem Saamen und selbst nicht in der verkohlten Masse derselben existiren, sondern mußten sich erst durch die Oxydation erzeugt haben. Es drängt sich nun zuerst die Frage auf, in welchen Verbindungen waren die desoxydirten unorganischen Bestandtheile in der Pflanze enthalten, und welche bildeten sie in der verkohlten Masse derselben? Hierüber fehlen uns noch alle Aufklärungen und man kann diese Frage höchstens nur mit Hypothesen beantworten, die erst durch fernere Untersuchungen bewahrheitet werden müssen. Aber jedenfalls eröffnet sich hier ein weites Feld für interessante Untersuchungen, die zu wichtigen Resultaten führen, und durch welche in gleicher Weise die wissenschaftliche Chemie und die Physiologie bedeutende Aufklärungen erhalten können.

Die mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpfte verkohlte Masse der Erbsen und des Raps giebt nach der Verbrennung eine große Menge von phosphorsauren Salzen, und zwar solche, die, wären sie als solche fertig gebildet in der verkohlten Pflanzensubstanz enthalten, sich im Wasser und der Chlorwasserstoffsäure hätten auflösen müssen. Diese verkohlte Masse enthält ferner noch nicht unbedeutende Mengen von Stickstoff. Wenn der Phosphor im nicht oxydirten Zustande vorhanden gewesen ist, so ist es am wahrscheinlichsten, daß er mit Kohlenstoff und Stickstoff zusammengesetzte Radicale, ähnlich dem Cyan oder Schwefelcyan, bildete, die mit den Metallen der in der Asche enthaltenen basischen Oxyde verbunden waren.

In dem Maafse also, als der Desoxydationsproceß in der lebenden Pflanze fortschreitet, verwandeln sich wahrscheinlich die phosphorsauren Salze, welche durch die Wurzel dem Boden entnommen worden sind, in nicht oxydirte

Verbindungen, aus zusammengesetzten, jedenfalls Phosphor enthaltenden Radicalen mit Metallen der Alkalien und Erden bestehend. Diese müssen in der größten Menge in den Pflanzentheilen enthalten seyn, die aus Stoffen gebildet sind, welche dem Desoxydationsproceß am längsten ausgesetzt waren, und dieß sind offenbar die Saamen der Pflanzen, die am spätesten sich erzeugen, und mit deren Erzeugung das Leben sehr vieler Pflanzen gänzlich aufhört.

Die phosphorsauren Salze zersetzen sich also in den Pflanzen durch den Desoxydationsproceß auf eine ähnliche Weise, wie die schwefelsauren Salze sich durch Desoxydation in Schwefelmetalle verwandeln. Noch passender vielleicht ist die Hinweisung, daß aus schwefelsauren Salzen, bei Gegenwart von stickstoff- und kohlenhaltigen Körpern, durch einen Desoxydationsproceß Schwefelcyanmetalle entstehen können, oder Verbindungen aus einem, aus drei Elementen Schwefel, Kohlenstoff und Stickstoff bestehenden Radical mit Metallen.

Wenn man in den Saamen der Pflanzen jene Verbindungen von hypothetischen Radicalen mit Metallen annehmen will, so wäre zunächst wohl nach der Feststellung ihrer Eigenschaften zu untersuchen, in welcher Beziehung sie zu der großen Masse der organischen Substanz in dem Pflanzentheile stehen, in welchem sie enthalten sind. Aber da die Existenz jener Verbindungen selbst eine problematische ist, so wäre es unnütz, ferner noch in dieser Hinsicht Hypothesen aufzustellen, ehe man etwas Näheres von jenen Verbindungen weiß.

Es scheinen sich durch den Desoxydationsproceß in den Pflanzen vorzugsweise die sogenannten Proteinverbindungen zu bilden, und diese sind es, welche sich mit den Verbindungen der Phosphor enthaltenden Radicale mit Metallen zu vereinigen scheinen.

Eine Frage muß hierbei noch aufgeworfen werden, wenn sie auch nicht genügend beantwortet werden kann. Wenn wirklich jene Verbindungen in gewissen Pflanzentheilen existiren, welche Veränderungen erleiden sie, wenn der Pflan-

zenthail beim Ausschluss der Luft verkohlt wird, wenn also alle organische Substanz zerstört und der Zusammenhang in welchem sie vielleicht zu jenen Verbindungen stand aufgehoben wird. So lange wir nichts Gewisses von der Existenz dieser Verbindungen wissen, können wir auch nicht mit Sicherheit über die Veränderungen urtheilen, die sie durch erhöhte Temperatur erleiden. Es ist aber möglich, wenigstens nicht unwahrscheinlich, dafs sie sich auf ähnliche Weise bei erhöhter, aber nicht zu hoher Temperatur verhalten mögen, wie die Cyanmetalle, wenn diese durchs Erhitzen in Paracyanmetalle übergehen.

Wie dem aber auch nun sey, so ergibt sich aus den Untersuchungen, dafs diese Verbindungen nach dem Verkohlen sowohl in Wasser als auch in Chlorwasserstoffsäure unlöslich sind. Aber diese Unlöslichkeit in den Auflösungsmitteln fand nicht immer schon vor der Verkohlung statt, denn viele organische Substanzen, die im unzerstörten nicht verkohlten Zustande im Wasser löslich sind, enthalten oft einen grofsen Theil ihrer unorganischen Bestandtheile im desoxydirten Zustande.

Es ist bekannt, dafs nur die meisten, aber nicht alle im Wasser unlöslichen unorganischen Salze in Chlorwasserstoffsäure löslich sind. Aber die in dieser Säure unlöslichen Salze finden sich gewifs nur höchst selten in den vegetabilischen und animalischen Substanzen. Am meisten sind in dieser Hinsicht metaphosphorsaure Salze zu berücksichtigen, die in der verkohlten Substanz enthalten seyn können, und deren Gegenwart wegen ihrer Unauflöslichkeit in Wasser und in Chlorwasserstoffsäure sich erst nach Zerstörung der Kohle zeigen kann. Aber aus den Untersuchungen der unorganischen Bestandtheile in vegetabilischen und animalischen Substanzen, die in den Beilagen zu dieser Abhandlung beschrieben sind, ergibt sich, dafs diese metaphosphorsauren Salze nur selten oder nie zugegen seyn können, da in den meisten Fällen aus der verkohlten Masse durch Wasser kohlensaures Alkali ausgezogen werden kann, das bekanntlich nicht neben metaphosphorsauren Salzen bei erhöhter Temperatur bestehen kann.

Es ist hier aber das merkwürdige Vorkommen der Kieselsäure in den Vegetabilien, namentlich in den Stengeln der Gräser und der Equisetaceen zu erwähnen¹⁾. Offenbar wird die Kieselsäure aus dem Boden als Silicat von den Pflanzen aufgenommen. Aus diesem Silicate wird sie aber abgeschieden, und diese abgeschiedene Kieselsäure bildet die Hauptmasse des Stengels bei mehreren Species von Equisetum und der Gräser. Sie ist natürlich als völlig oxydirte Kieselsäure in denselben enthalten; aber wegen ihrer Unlöslichkeit in Wasser und in Chlorwasserstoffsäure findet man sie größtentheils in der durch Wasser und Säuren erschöpften Masse der verkohlten Substanz.

Wenn man daher die Mengen der unorganischen Substanzen vergleicht, welche Saamen und Stengel von Gräsern in den wässrigen und chlorwasserstoffsäuren Auszügen der verkohlten Substanzen und beim Verbrennen der Kohle liefern, so findet man, dafs im Widerspruch mit dem oben Erörterten, die Kohle des Strohs bei weitem mehr feuerbeständige Substanzen giebt, als die des Saamens. Aber dieser Widerspruch ist nur ein scheinbarer, weil die nach dem Verbrennen der Kohle des Strohs erhaltenen Substanzen fast nur aus Kieselsäure bestehen.

Eine vergleichende Untersuchung der unorganischen Bestandtheile des Weizens und des Weizenstrohs, angestellt durch Herrn Weber, und die im Anhang ausführlich beschrieben ist, zeigt dieß unzweideutig²⁾.

Wasser zog aus den verkohlten Weizenkörnern Chlornatrium und phosphorsaures Kali und Natron, aber keine kohle-sauren Salze, aus. Aus dem verkohlten Weizenstroh aber Chlorkalium, Chlornatrium, etwas schwefelsaures Kali, keine phosphorsauren Salze, aber merkwürdiger Weise sehr viel Kieselsäure.

Chlorwasserstoffsäure löste darauf aus den verkohlten Weizenkörnern nur Verbindungen von Phosphorsäure mit

1) Siehe Beilage V.

2) Siehe Beilagen VI und VII.

Kali, Natron, Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd auf. Aus dem verkohlten Stroh wurden Salze der Phosphorsäure mit Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd, sowie etwas Kieselsäure durch die Chlorwasserstoffsäure ausgezogen.

Die durch Auflösungsmittel erschöpfte Kohle der Weizenkörner gab beim Verbrennen Salze der Phosphorsäure mit Kali, Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd, sowie etwas Kieselsäure. Die festen Bestandtheile, die nach dem Verbrennen der Kohle des Weizenstrohs zurückblieben, bestanden fast nur aus Kieselsäure, mit höchst geringen Mengen von phosphorsauren Verbindungen der Kalkerde, der Magnesia und des Eisenoxyds.

Vergleicht man die Mengen der bei den verschiedenen Operationen erhaltenen Bestandtheile, so erhält man folgende Uebersicht. Es wurden erhalten aus 100 Grm. Weizenkörner und aus 100 Grm. Weizenstroh:

	Weizenkörner.	Weizenstroh.
im wässrigen Auszuge	0,471 Grm.	1,216 Grm.
im chlorwasserstoffsäuren -	0,562 -	0,474 -
durch Verbrennung der Kohle	0,246 -	2,135 -

Von den 2,135 Grm. der feuerbeständigen Bestandtheile, welche die Kohle des Weizenstrohs gab, waren 2,022 Grm. Kieselsäure und nur 0,113 Grm. phosphorsaure Salze. Wenn man diess berücksichtigt, so zeigt auch diese Untersuchung, dass die Menge der sogenannten desoxydirten unorganischen Bestandtheile in den Weizenkörnern beträchtlicher ist, als die im Weizenstroh.

Es ist vielleicht zweckmässig, die organischen Substanzen, deren unorganische Bestandtheile in ihnen in einem völlig oxydirten und in einem desoxydirten Zustande enthalten sind, mit besonderen Namen zu bezeichnen.

Ich nenne daher die organischen Substanzen, deren unorganische Bestandtheile in einem ganz oxydirten Zustande sind, *teleoxydische Körper*. Man kann das Erbsenstroh und das Rapsstroh, sowie auch selbst das Weizenstroh teleoxydische Substanzen nennen, obgleich sie die-

sen Namen nicht so vollkommen verdienen, wie mehrere animalische Körper, von denen weiter unten die Rede seyn wird. Die organischen Substanzen aber, deren unorganische Bestandtheile theilweise in einem oxydirten, theilweise in einem desoxydirten Zustand enthalten sind, nenne ich *meroxydische Körper*. Erbsen, Raps und Weizen sind daher meroxydische Substanzen. Ganz *anoxxydische Körper* habe ich weder bei der Untersuchung der vegetabilischen, noch bei der der animalischen Stoffe angetroffen. Es ist wahrscheinlich, daß wenn man die Proteinsubstanzen in den meroxydischen Körpern möglichst isolirt, sie vollkommen anoxxydische Substanzen bilden würden, die nach der Verkohlun- gung den Auflösungsmitteln keine auflösliche Salze abtreten, und diese erst durch eine vollständige Einäscherung erzeugen würden.

Die unorganischen Bestandtheile in den Thieren.

Die Thiere erhalten die unorganischen Bestandtheile, welche die verschiedenen Theile ihres Körpers enthalten, durch die Nahrung. Diese wird aber bei ihnen auf eine ganz andere Art assimilirt, als bei den Pflanzen. Während bei diesen im Allgemeinen ein Desoxydationsproceß stattfindet, welchem auch die dem Boden entnommenen unorganischen Substanzen unterworfen werden, erleiden bei den Thieren die Nahrungsmittel durch den eingeathmeten Sauerstoff eine Oxydation. Sie werden erst in Blut verwandelt und dieses allen Theilen des Körpers zugeführt, wo Ergänzung stattfinden muß. Durch die Oxydation der Nahrungsmittel, oder vielmehr der durch dieselben erzeugten Stoffe, wird die erhöhte Temperatur des thierischen Körpers hervorgebracht, und da diese eine ziemlich gleichförmige ist, so geschieht auch wohl die Oxydation eben so gleichförmig in den verschiedenen Theilen des Körpers.

An der Oxydation nehmen aber nicht bloß die Theile des Körpers Theil, die nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff bestehen, sondern auch unstreitig jene Verbindungen der hypothetischen phosphorhaltigen Ra-

dicale mit Metallen, welche die nicht fleischfressenden Thiere aus den meroxydischen Substanzen der vegetabilischen Nahrungsmittel erhalten. Der Theil von ihnen, der nicht zur Ergänzung des Körpers verwandt wird, wird oxydirt, und dasselbe geschieht auch mit den Theilen des Körpers, die ergänzt werden. Indem der Kohlenstoff dieser Verbindungen als Kohlensäure ausgeathmet, der Stickstoff in Ammoniak verwandelt wird, oxydirt sich der Phosphor zu Phosphorsäure, und die mit den Radicalen verbundenen Metalle zu Oxyden. Je länger die Stoffe der Oxydation ausgesetzt gewesen sind, um so vollständiger sind phosphorsaure Metalloxyde gebildet worden.

Aus dieser Schlusfolgerung muß sich ergeben, daß der Stoff, der zuerst durch die Nahrungsmittel gebildet worden ist, das Blut, aus welchem die übrigen Theile des Körpers ergänzt werden, zwar schon vollständig oxydirte Salze enthalten kann, da er aus meroxydischen Körpern gebildet worden ist, aber noch viel von jenen Verbindungen der hypothetischen Radicale mit Metallen enthalten muß. Etwas Aehnliches wird bei dem Fleische stattfinden, dessen Zusammensetzung den Bestandtheilen des Blutes zwar ähnlich ist, aber da es sich aus dem Blute bildete, wohl mehr oxydirte unorganische Salze und weniger der desoxydirten enthalten muß, als das Blut. Wenn aber dann die Oxydation noch länger fortdauert, so müssen endlich die durch den eingeathmeten Sauerstoff vollkommen oxydirten unorganischen Bestandtheile, da sie im Körper keine Anwendung mehr finden, aus demselben entfernt werden. Und so sehen wir auch in der That, daß die flüssigen und festen Excremente die unorganischen Bestandtheile in einem vollkommen oxydirten Zustande enthalten und ganz teleoxydische Körper sind.

Die Untersuchungen über die unorganischen Bestandtheile im Blute, im Fleische und in den Excrementen haben diese Vermuthungen auf das Vollständigste bestätigt.

Die unorganischen Bestandtheile im *Ochsenblute* sind von den Herren Weber und Merk untersucht worden ¹⁾.

1) Siehe Beilage VIII.

In dem angewandten Blute hatte sich zwar durch Stehen der Blutkuchen von der Lymphe gesondert; beide wurden aber ohne sie von einander zu sondern gemeinschaftlich verkohlt.

Wasser zog aus der verkohlten Masse sehr viel Chlornatrium, sehr viel kohlen-saures Kali und Natron, und nur Spuren von phosphorsaurem und schwefelsaurem Kali.

Chlorwasserstoffsäure löste darauf noch eine nicht bedeutende Menge von phosphorsaurem Natron, Kali, Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd auf.

Die durch Auflösungsmittel erschöpfte Kohle gab beim Verbrennen phosphorsaures Natron, Kali, Kalkerde und Magnesia, sowie viel Eisenoxyd und eine geringe Menge von Kieselsäure; auch zeigten sich Spuren von schwefelsauren Salzen.

Die relativen Mengen der durch die drei Operationen erhaltenen unorganischen Bestandtheile sind folgende:

im wässrigen Auszuge	3,920 Grm.
im chlorwasserstoffsäuren	- 0,389 -
durch Verbrennung der Kohle	2,128 -

Man ersieht hieraus, daß in dem Blute die Menge der oxydirten Salze sehr bedeutend ist. Es sind dieß aber meistens im Wasser lösliche Salze, und unter diesen ist Chlornatrium, das wir doch nicht zu den oxydirten Salzen rechnen können, der Hauptbestandtheil, der weit mehr als die Hälfte von der Menge dieser Salze ausmacht. Berücksichtigt man dieß, so ist die Quantität der unorganischen Bestandtheile, die durch Verbrennung der durch Auflösungsmittel erschöpften Kohle entsteht, bedeutender, als die der im Blute enthaltenen Salze. Das Blut ist also ein meroxydischer Körper.

Das *Fleisch* (Pferdefleisch) ist hinsichtlich seiner unorganischen Bestandtheile durch Herrn Weber untersucht worden ¹⁾.

Wasser löste aus dem verkohlten Fleische nur geringe Mengen von Chlormetallen, und von schwefelsaurem Kali,

1) Siehe Beilage IX.

dahingegen grofse Mengen von phosphorsauren Alkalien, aber kein kohlen-saures Alkali auf.

Chlorwasserstoffsäure löste darauf aus der Masse nicht unbedeutende Mengen von phosphorsauren Salzen auf.

Die zurückbleibende Kohle gab eine Asche, die ebenfalls aus phosphorsauren Salzen bestand.

Die relativen Mengen der durch die Untersuchung erhaltenen unorganischen Bestandtheile waren folgende:

im wässrigen Auszuge	3,090 Grm.
im chlorwasserstoffsäuren	- 1,262 -
durch Verbrennung der Kohle	2,866 -

Das Fleisch ist also wie das Blut ein meroxydischer Körper. Dem Anscheine nach enthält das Blut verhältnissmässig eine gröfsere Menge von teleoxydischer Substanz, als das Fleisch. Der wässrige Auszug aber des verkohlten Bluts enthält nahe an 60 Proc. Chlornatrium, während im wässrigen Auszuge des verkohlten Fleisches nur sehr geringe Mengen von alkalischen Chlormetallen sich zeigten. Nimmt man hierauf Rücksicht, so ist die Menge der anoxydischen Substanz im Blut bedeutender, als im Fleische und die der teleoxydischen im Blute geringer als im Fleische.

Die unorganischen Bestandtheile in den *flüssigen* und den *festen Excrementen* sind von Herrn Fleitmann untersucht worden ¹⁾.

Es ist bekannt, wie ausserordentlich bedeutend die Menge der Salze im Harn ist. Sie sind in demselben im vollkommen oxydirten Zustand enthalten. Dampft man den Harn ab, und verkohlt den trocknen Rückstand beim Ausschluss der Luft, so zieht Wasser fast die ganze Menge der Salze aus. Behandelt man darauf die mit Wasser erschöpfte Kohle mit Chlorwasserstoffsäure, so wird noch eine nicht sehr bedeutende Menge von phosphorsauren Salzen aufgelöst, welche sich durch das Eindampfen des Harns schon zum Theil abgeschieden hatten.

Die durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure ausgelaugte Kohle gab beim Verbrennen eine so geringe Menge von

1) Siehe Beilagen X und XI.

Asche, daß man Ursach hat anzunehmen, die auf diese Weise erhaltenen unorganischen Bestandtheile wären auch schon im oxydirten Zustand im Harn enthalten gewesen, und hätten sich nur bei Auslaugung der Kohle der Einwirkung der Auflösungsmittel entzogen. Ein Hauptbestandtheil dieser unorganischen Substanzen war übrigens Kieselsäure, welche sich schon beim Abdampfen des Harns und beim Erhitzen des trocknen Rückstand ausgeschieden haben mußte, und dadurch unlöslich in Chlorwasserstoffsäure wurde. — Man kann daher den Harn zu den vollkommen teleoxydischen Substanzen zählen.

Die Mengen der unorganischen Bestandtheile, die bei diesen Operationen erhalten wurden, waren folgende:

im wässrigen Auszuge	54,148 Grm.
im chlorwasserstoffsäuren	- 5,085 -
durch Verbrennung der Kohle	0,352 -

Aus der verkohlten Masse der Faeces zog Wasser etwas Chlornatrium und Chlorkalium, ziemlich viel kohlen-saures und phosphorsaures, aber weniger schwefelsaures Kali aus, sowie eine sehr bedeutende Menge von freiem Kali.

Sehr bedeutend war hingegen die Menge der unorganischen Bestandtheile, welche Chlorwasserstoffsäure auflöste. Sie bestanden aus vieler phosphorsaurer Kalkerde und Magnesia, aus phosphorsaurem Kali und Natron, aus sehr wenig schwefelsaurer und kieselsaurer Kalkerde und sehr wenigem Eisenoxyd.

Die erschöpfte Kohle gab zwar bei der Verbrennung eine nicht ganz unbeträchtliche Menge von feuerbeständigen Bestandtheilen, deren Hauptbestandtheil indessen sandartige Kieselsäure war. Ausserdem enthielten sie auch ziemlich viel phosphorsaure Kalkerde und Magnesia, wenig phosphorsaures Kali und Natron, Eisenoxyd und Kieselsäure.

Die relativen Mengen in den verschiedenen Auszügen und in der Kohle waren folgende:

im wässrigen Auszuge	1,933 Grm.
im chlorwasserstoffsäuren	- 6,493 -
durch Verbrennung der Kohle	1,996 -

Zicht

Zieht man aber von letzterer Zahl die Menge der Kie-
selsäure und des Sandes ab, so erhält man nur etwas mehr
als 1 Grm. und man kann die festen Excremente wohl zu
den teleoxydischen Substanzen rechnen.

Während die im Wasser auflöslichen, unorganischen
oxydirten Bestandtheile größtentheils durch den Harn ab-
gesondert werden, gehen die im Wasser unlöslichen als
Faeces ab. Je normaler die Verdauung im Körper vor sich
geht, je weniger derselbe überflüssige Nahrungsmittel zu sich
nimmt, um so geringer muß die Menge der nicht völlig
oxydirten Bestandtheile der Faeces seyn und um desto mehr
sind sie teleoxydische Substanzen. Man wird daher viel-
leicht künftig durch die chemische Untersuchung der Faeces
einen Schluß auf einen richtigen oder fehlerhaften Gang
der Verdauung machen können. — Dafs übrigens in den
flüssigen und festen Excrementen die unorganischen Bestand-
theile, namentlich die phosphorsauren Salze im oxydirten
Zustand enthalten sind, ist wohl der Hauptgrund ihrer An-
wendung als Dünger, der um so zweckmässiger seyn muß,
je mehr er aus teleoxydischen Körpern besteht.

Indem die unorganischen Substanzen aus den animal-
ischen Körpern als Dünger den Pflanzen zugeführt werden,
beginnt der Kreislauf, in welchem dieselben zuerst desoxy-
dirt und dann wieder oxydirt werden, von Neuem.

Es ist interessant, nach der beschriebenen Methode an-
dere Theile des thierischen Körpers zu untersuchen.

Was die *Knochen* betrifft, so ist es bekannt, dafs man
durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure alle unorganische Be-
standtheile aus ihnen ausziehen kann, so dafs der Knorpel
rein zurückbleibt. Auch wenn sie beim Ausschlufs der
Luft geglüht worden sind, so löst Chlorwasserstoffsäure die
unorganischen Salze auf, und hinterläßt reine Kohle. Man
weifs, dafs man das sogenannte Beinschwarz auf diese Weise
zersetzen kann.

Die Knochen enthalten also wie die flüssigen und fes-
ten Excremente die grofse Masse der unorganischen Salze
im völlig oxydirten Zustande, und gehören vollkommen zu

den teleoxydischen Substanzen. Diefs erklärt die Thatsache, dafs die gemahlenen Knochen eins der vortrefflichsten Düngungsmittel sind.

Die *Galle* (Ochsengalle) ist durch Herrn Weidenbusch ¹⁾ auf eine ähnliche Weise untersucht. Auch hier ist das überraschende Resultat gefunden worden, dafs die unorganischen Bestandtheile fast vollständig, wie in den Excrementen, im oxydirten Zustande vorhanden sind und dafs daher die Galle eine teleoxydische Substanz ist.

Der allergröfste Theil der unorganischen Bestandtheile von der verkohlten Masse der Galle wird vom Wasser ausgezogen. Dasselbe löst besonders Natronsalze der Kohlensäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure, sowie Chlornatrium auf; die Menge der aufgelösten Kalisalze hingegen ist sehr gering.

Chlorwasserstoffsäure zog darauf eine geringe Menge phosphorsaure und eine Spur kiesel-saure Salze aus. Die Basen waren besonders Kalkerde, Natron, Kali, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul.

Die ausgelaugte Kohle gab durch Verbrennen eine sehr geringe Menge Asche, die merkwürdiger Weise sehr viel schwefelsaure und nur wenig phosphorsaure Salze enthielt. Die Basen waren besonders Natron, Kali, Magnesia und Kalkerde.

Die bei den verschiedenen Operationen erhaltenen Mengen der unorganischen Bestandtheile waren folgende:

im wässrigen Auszuge	16,018 Grm.
im chlorwasserstoffsäuren	- 0,869 -
durch Verbrennung der Kohle	0,7445 -

Man ersieht hieraus, dafs in der Galle, fast wie im Harne, die unorganischen Bestandtheile fast vollkommen oxydirt sind.

Es mußte die Frage entstehen, ob auch die *Milch* ein ähnliches Excrement, wie der Harn sey, und wie dieser alle unorganischen Bestandtheile im völlig oxydirten Zustand enthalte. Aus der Untersuchung der Kuhmilch durch Herrn

1) Siehe Beilage XII.

Weber ergibt sich aber, daß sie außer vielen vollständig oxydirten unorganischen Salzen, auch eine bedeutende Menge unorganischer Bestandtheile im desoxydirten Zustand enthält, und daher eine meroxydische Substanz ist ¹⁾).

Der wässrige Auszug der eingedampften und verkohlten Milch enthält eine große Menge alkalischer Chlormetalle, sowie phosphorsaures und kohlensaures Kali.

Eine große Menge von phosphorsaurer Kalkerde, sowie geringere Mengen von phosphorsaurer Magnesia, Kali und Natron findet sich in dem chlorwasserstoffsäuren Auszuge der verkohlten Masse.

Durch Verbrennung der ausgewaschenen Kohle werden wiederum bedeutende Mengen von Salzen der Phosphorsäure mit Kalkerde, Kali, Natron und Magnesia erhalten.

Das relative Verhältniß der bei den verschiedenen Operationen erhaltenen unorganischen Bestandtheile ist folgendes:

im wässrigen Auszuge	7,125 Grm.
im chlorwasserstoffsäuren -	6,621 -
durch Verbrennung der Kohle	7,109 -

Es ist also eine bedeutende Menge oxydirter und nicht oxydirter unorganischer Bestandtheile in der Milch. In keinem Falle können wir sie mit dem Harne in eine Klasse stellen, und wie diesen für ein Excrement halten. Sie ist ein meroxydischer Körper.

In den *Eiern* (Hühnereiern) enthält das Eiweiß die unorganischen Bestandtheile mehr im oxydirten, das Eigelb hingegen dieselben mehr im desoxydirten Zustande, wie dies aus den Untersuchungen des Herrn Poleck hervorzugehen scheint ²⁾). Diese Untersuchungen sind indessen schon vor längerer Zeit in meinem Laboratorium angestellt worden; sie sind noch nach unvollkommenen Methoden ausgeführt, und müssen wiederholt werden.

Es ist dies um so nothwendiger, als die Resultate die-

1) Siehe Beilage XIII.

2) Siehe Beilagen XIV und XV.

ser Untersuchungen mit denen im Widerspruch zu seyn scheinen, die sich sonst aus fast allen anderen ergeben. Denn alle untersuchten meroxydischen Körper sind reich an sogenannten Proteinverbindungen. So die Erbsen, der Rapssaamen und der Weizen, ferner das Blut, das Fleisch und die Milch. In den teleoxydischen Körpern, den Excrementen und der Galle fehlen die Proteinverbindungen ganz, und in dem Stroh der Erbsen, des Raps und des Weizens sind sie nur in sehr kleiner Menge enthalten, die der Menge der meroxydischen Substanz entspricht, die in ihnen gefunden worden ist. Es wird hierdurch wahrscheinlich, daß die Proteinverbindungen, wenn sie möglichst von allen sie begleitenden teleoxydischen Substanzen gereinigt worden sind, vielleicht oft ganz anoxdische Körper sind. Hiemit stehen nur die Resultate der Untersuchung über Eiweiß im Widerspruch, das nach den Versuchen des Herrn Poleck nur eine geringe Menge anoxydischer Substanzen enthält.

Ueber den Gang der Untersuchung der unorganischen Bestandtheile in den organischen Körpern.

Die vegetabilischen Substanzen werden zuerst so viel wie möglich von allen fremden Beimengungen gereinigt, die festen animalischen Körper einer gelinden Temperatur ausgesetzt, um sie von der größten Menge des Wassers zu befreien, die animalischen Flüssigkeiten bei einer gelinden Temperatur zur Trockniss abgedampft. In diesem Zustande werden die Substanzen in Chamotte- oder in hessische Tiegel gebracht, deren Deckel mit einem kleinen, in der Mitte derselben eing Bohrten Loch versehen ist, die Fugen zwischen Tiegel und Deckel sorgfältig mit Lehm lutirt, und der Tiegel dann längere Zeit an einen heißen Ort gestellt, um wo möglich noch alle Feuchtigkeit auszutreiben. Er wird darauf in einem Windofen zwischen Kohlenfeuer mäfsig stark erhitzt; die durch das Loch entweichenden Gasarten werden angezündet, und nachdem die Flamme erloschen, und keine Gasarten sich mehr entwickeln, wird

das Loch mit einem gut schließenden Kreidestöpsel verschlossen, der Tiegel bis zu ganz schwacher Rothgluth erhitzt, und dann beim völligen Ausschluss der Luft erkalten gelassen.

Die Untersuchung der verkohlten Masse zerfällt in drei Theile.

Erster Theil

Zuerst wird die erhaltene Kohle so fein wie möglich zerrieben, hierauf in einer Platinschale längere Zeit mit Wasser ausgekocht, filtrirt und so lange mit heissem Wasser ausgewaschen, bis einige Tropfen der ablaufenden Flüssigkeit, auf Platinblech verdampft, nur einen geringen Rückstand hinterlassen. Es ist nicht gut möglich, so lange auszusüßsen, bis die ablaufende Flüssigkeit beim Verdampfen gar keinen Rückstand hinterläßt, da sich beständig etwas phosphorsaure Kalkerde beim Auswaschen mit auflöst. Es ist daher besser, wenn der Rückstand beim Verdampfen des Waschwassers nur noch sehr gering ist, einige Tropfen des ablaufenden Waschwassers mit salpetersaurer Silberoxydauflösung zu prüfen; entsteht nur eine geringe Opalisirung, die auf Zusetzen von Salpetersäure verschwindet, so rührt diese von der aufgelösten phosphorsauren Kalkerde her, und man kann sicher seyn, daß alle im Wasser löslichen Bestandtheile ausgezogen sind. Verschwindet aber die Trübung durch Salpetersäure nicht, so rührt sie von noch im Waschwasser enthaltenen Chlormetallen her, und das Auswaschen muß weiter fortgesetzt werden.

Beim Kochen der verkohlten organischen Substanzen mit Wasser, sowie auch beim Abdampfen des wässrigen Auszugs, habe ich nie eine Entwicklung von Ammoniak bemerken können. Es haben sich also beim Verkohlen nicht alkalische Cyanmetalle oder cyansaure Alkalien gebildet.

In allen bisher untersuchten Substanzen enthielt der wässrige Auszug Chlormetalle. Ist der Gehalt derselben gering, so ist das Auswaschen der Kohle mit geringer Mühe

verknüpft; machen sie aber den Hauptbestandtheil aus, so erfordert das Ausstüßen der Kohle oft mehrere Wochen.

Bisweilen kommt es vor, daß der wässrige Auszug bräunlich gefärbt erscheint, was seinen Grund in der nicht vollständigen Verkohlung der Substanz hat. Gewöhnlich entfärbt sich die Flüssigkeit beim Concentriren, und setzt wollenartige Flocken von Kohle ab, die durch Filtration leicht abgeschieden werden können, ehe sich noch andere Substanzen daraus absetzen.

Sind in dem wässrigen Auszuge kohlen saure Alkalien in nicht unbedeutender Menge, so ist durch die Einwirkung der Kohle auf das kohlen saure Alkali freies Alkali unter Bildung von Kohlenoxyd entstanden. Dampft man die wässrige Auflösung ab, so enthält die trockne Masse neben kohlen sauren Alkali mehr oder weniger Alkalihydrat. Man kann sich sehr leicht mittelst einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd von der Zersetzung der Kohlensäure in den kohlen sauren Alkalien durch Kohle überzeugen, da wenn das Gemenge auch bei nicht sehr starke Hitze behandelt worden ist, in dem filtrirten wässrigen Auszuge durch das genannte Reagens kein rein weisser, sondern ein mehr oder weniger bräunlicher Niederschlag entsteht, der neben dem weissen kohlen sauren Silberoxyd auch reines Silberoxyd enthält.

Die Zersetzung der kohlen sauren Alkalien findet besonders statt, wenn die organische Substanz bei ihrer Verkohlung sehr viel Kohlenwasserstoffgas im Maximum von Kohle entwickelt. Sie zeigt sich daher in einem hohen Grade wenn Saamen, die viel von einem fetten Oel enthalten, wie Raps saamen, verkohlt werden; in einem weit geringeren Grade findet sie bei der Verkohlung anderer Saamen, die kein fettes Oel in bemerkbarer Menge enthalten, wie bei Erbsen, statt, eben so wenig bei dem Kraute.

Leider bin ich auf diesen Umstand erst aufmerksam geworden, als sämmtliche in den Beilagen beschriebenen Untersuchungen schon ganz oder doch größtentheils vollendet

waren. Das Alkali ist daher in den Bestandtheilen des wässrigen Auszugs als Hydrat angenommen worden.

Zweckmässig ist es daher durch den wässrigen Auszug vor dem Abdampfen desselben Kohlensäuregas streichen zu lassen, um das Alkalihydrat in kohlensaures Alkali zu verwandeln.

Der wässrige Auszug wird darauf in einer Platinschale bis zur Trockniss verdampft. Beim starken Concentriren der Flüssigkeit geschieht es gewöhnlich, dass diese sich mehr oder weniger stark trübt, indem die aufgelöste phosphorsaure Kalkerde sich wieder ausscheidet. Ist die Flüssigkeit bis zu einem geringen Volumen verdampft worden, so kann man die ausgeschiedene phosphorsaure Kalkerde durch Filtration trennen; es ist jedoch schwer, den wässrigen Auszug ganz auf diese Weise davon zu befreien; in einigen Fällen darf dieß sogar nicht geschehen, wenn nämlich eine bedeutende Menge von Kieselsäure in demselben enthalten ist, die beim Concentriren der Flüssigkeit sich ebenfalls mit ausscheidet. Es ist daher am besten, die ganze Flüssigkeit zur Trockniss zu bringen, und die phosphorsaure Kalkerde im Verlauf der Analyse abzuschneiden.

Der zur Trockniss abgedampfte Rückstand wird mäßig erhitzt, bis sein Gewicht beständig bleibt. Erhitzt man ihn zu stark, so kann leicht eine Zersetzung der darin enthaltenen kohlensauren Salze stattfinden, indem durch Gegenwart von Kieselsäure und von phosphorsauren Salzen Kohlensäure ausgetrieben wird, was freilich, nach Heintz, zum Theil beim Eindampfen geschieht ¹⁾. Nach Bestimmung des Gewichts des zur Trockniss gebrachten wässrigen Auszugs wird derselbe auf folgende Weise untersucht:

Es wird zuerst vermittelt reiner Salpetersäure in einem dazu geeigneten Apparate die Menge der Kohlensäure bestimmt. Der Gewichtsverlust des Apparats giebt die Menge derselben an. Hat sich hierbei in der sauren Flüssigkeit Kieselsäure ausgeschieden, so wird diese abfiltrirt, und aus der filtrirten Flüssigkeit durch salpetersaure Silberoxydauf-

1) Pogg. Ann. Bd. 72. S. 120.

lösung das Chlor als Chlorsilber abgeschieden. In der vom Chlorsilber getrennten Flüssigkeit wird durch Chlorwasserstoffsäure das überschüssige Silberoxyd entfernt, und sie darauf in einer Porcellanschale zur Trocknifs abgedampft. Der trockne Rückstand wird mit Chlorwasserstoffsäure befeuchtet und mit Wasser behandelt. Es bleibt gewöhnlich etwas Kieselsäure ungelöst, die mit der vorher erhaltenen vereinigt, die ganze Menge der im wässrigen Auszuge enthaltenen Kieselsäure giebt.

Die von der Kieselsäure abfiltrirte Flüssigkeit wird mit Ammoniak versetzt, wodurch sich die ganze Menge der in den wässrigen Auszug übergegangenen phosphorsauren Kalkerde abscheidet. Sie wird filtrirt ausgesüßt, getrocknet, gegläht und gewogen. Ihr Gewicht von dem des zur Trocknifs abgedampften Rückstands abgezogen, giebt das wahre Gewicht des wässrigen Auszugs. Sie wird zu der mit Wasser erschöpften Kohle gebracht.

Die Flüssigkeit wird darauf mit Oxalsäure versetzt. Nur in sehr wenigen Fällen entsteht dadurch eine Fällung von oxalsaurer Kalkerde, in den meisten nicht. Die oxalsaurer Kalkerde wird auf die bekannte Weise als kohlen saure Kalkerde bestimmt.

Die filtrirte Flüssigkeit wird mit einer Auflösung von Chlorbaryum versetzt. Der Niederschlag besteht aus phosphorsaurer, schwefelsaurer und oxalsaurer Baryterde. Er wird abfiltrirt und ausgesüßt. Obgleich die oxalsaurer Baryterde nicht sehr schwerlöslich ist, so kann man doch nach einiger Erfahrung beurtheilen, wann mit dem Auswaschen aufgehört werden muß. Es ist daher gut, bei dem Fällen der Kalkerde eine nicht überflüssig große Menge von Oxalsäure anzuwenden, damit man nicht einen zu starken Niederschlag von oxalsaurer Baryterde erhält.

Der Niederschlag wird mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt, wobei schwefelsaurer Baryterde ungelöst zurückbleibt, deren Gewicht man nach dem Aussüßen bestimmt. Man erhält dadurch die Menge der Schwefelsäure. Die chlorwasserstoffsaurer Auflösung der Baryterdesalze wird

mit Schwefelsäure versetzt, worauf die gefällte schwefelsaure Baryterde abfiltrirt wird. Man übersättigt darauf mit Ammoniak, setzt Chlorammonium und schwefelsaure Magnesia hinzu, um die Phosphorsäure zu fällen. Das Gewicht derselben berechnet man aus dem der geglühten phosphorsauren Magnesia.

Es ist nun noch die Flüssigkeit zu untersuchen übrig, aus welcher man die unlöslichen Baryterdesalze vermittelst Chlorbaryum abgeschieden hat. Das überschüssige Chlorbaryum wird durch kohlensaures Ammoniak zersetzt. Ist die Flüssigkeit sehr verdünnt, so muß sie zuvor durch Abdampfen concentrirt werden. Die kohlensaure Baryterde wird abfiltrirt, dann die abfiltrirte Flüssigkeit zur Trocknifs abgedampft, und der trockne Rückstand zur Vertreibung der ammoniakalischen Salze mit Vorsicht geglüht. Die geglühte Masse besteht nur aus alkalischen Chlormetallen. Diese werden auf die bekannte Weise vermittelst Platinchlorid getrennt. Aus dem Gewicht des Kaliumplatinchlorids berechnet man die Menge der Kali's. Die Menge des Chlornatriums oder des Natrons kann man zwar aus dem Verlust berechnen, besser ist es aber dasselbe unmittelbar als schwefelsaures Natron zu bestimmen.

Zweiter Theil.

Dieser Theil der Untersuchung beginnt damit, daß man die mit Wasser erschöpfte verkohlte Masse mit Chlorwasserstoffsäure längere Zeit auskocht; man filtrirt und wäscht mit heissem Wasser, zu welchem etwas Chlorwasserstoffsäure gesetzt wird, so lange aus, bis einige Tropfen des Waschwassers, auf Platinblech verdampft, keinen Rückstand mehr hinterlassen. Die filtrirte Flüssigkeit wird in einer Platinschale bis beinahe zur Trocknifs abgedampft. Das Gewicht des trocknen Rückstands kann nicht bestimmt werden, schon wegen der leichten Zersetzbarkeit des Eisenchlorids und des Chlormagnesiums beim Erhitzen. In dem trocknen Rückstand würden übrigens die Alkalien als Chlormetalle enthalten seyn, während sie in der durch Wasser

erschöpften verkohlten Masse als phosphorsaure Salze vorhanden waren. Denn ist die Kohle mit Wasser ausgewaschen und man behandelt einen Theil davon mit Salpetersäure, so erhält man in der erhaltenen Lösung keine Trübung durch eine salpetersaure Silberoxydauflösung. Bei der Zusammenstellung der Bestandtheile des chlorwasserstoffsäuren Auszugs muß die Summe derselben genommen und die Alkalien als Oxyde aufgeführt werden.

Ich war anfangs über die Gegenwart der Alkalien in dem chlorwasserstoffsäuren Auszug sehr erstaunt, da ich sie nicht in demselben vermuthen konnte. Spätere Untersuchungen aber, die ich in einem der folgenden Hefte dieser Annalen beschreiben werde, haben gezeigt, daß wenn pyrophosphorsaure Kalkerde und pyrophosphorsaure Magnesia mit einer nicht zu großen Menge von kohlen sauren Alkalien erhitzt werden, merkwürdige, im Wasser ganz unlösliche Doppelsalze, aus phosphorsäuren Erden und Alkalien bestehend, gebildet werden. Sie sind meistens der phosphorsäuren Ammoniak-Magnesia analog zusammengesetzt, und enthalten statt Ammoniak ein feuerbeständiges Alkali. Auf der Bildung dieser Doppelsalze beruht übrigens die so höchst unvollkommene Zersetzung der phosphorsäuren Kalkerde und Magnesia durch Schmelzen mit kohlen saurem Alkali.

Die Bildung dieser Doppelsalze ist unstreitig wohl die Ursach, daß in manchen Untersuchungen bei der Bestimmung der unorganischen Bestandtheile in den organischen Substanzen, die Quantitäten der Alkalien unrichtig und zu gering angegeben worden sind, weil man die Gegenwart derselben in dem chlorwasserstoffsäuren Auszug nicht vermuthen konnte.

Die nach dem Eindampfen erhaltene Masse wird mit Chlorwasserstoffsäure befeuchtet, und dann mit Wasser behandelt. In den meisten Fällen bleibt hierbei eine geringe Menge von Kieselsäure ungelöst, die abfiltrirt und ihrem Gewicht nach bestimmt wird. Die Flüssigkeit wird darauf mit Ammoniak gesättigt. Der Niederschlag enthält die Ver-

bindungen der Phosphorsäure mit Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd. Es ist zwar bekannt, daß geglühte phosphorsaure Magnesia, in einer Säure gelöst, nicht vollständig mehr durch Ammoniak gefällt werden kann, doch ist der Fehler, der hierdurch begangen wird, von geringer Bedeutung, indem die verkohlte Masse sehr lange mit Chlorwasserstoffsäure erhitzt worden ist, wodurch bekanntlich die pyrophosphorsaure Magnesia fast gänzlich in phosphorsaure Magnesia übergeht. Die höchst kleine Menge von Magnesia, die aufgelöst bleibt, wird aber im ferneren Laufe der Analyse bestimmt.

Die durch Ammoniak gefällten phosphorsaurer Salze werden in Salpetersäure gelöst, und zur Trennung der Phosphorsäure von den Basen mit Quecksilber behandelt. Die eingetrocknete Masse wird mit Wasser behandelt, und aus der Lösung die Quecksilbersalze durch Chlorammonium und Ammoniak entfernt, worauf die Kalkerde mit oxalsaurem Alkali und die Magnesia durch phosphorsaures Natron gefällt wird. Wenn Eisenoxyd bei den Erden ist, so wird es nach bekannten Methoden getrennt. Der unlösliche Phosphorsäure haltige Quecksilberrückstand wird mit kohlensaurem Natron geschmolzen, und die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt. Bleibt hierbei Eisenoxyd ungelöst, so wird dasselbe abfiltrirt, in Chlorwasserstoffsäure gelöst, und durch Ammoniak gefällt. Die vom Eisenoxyd getrennte Flüssigkeit, welche phosphorsaures und kohlensaures Natron enthält, wird mit Chlorwasserstoffsäure und darauf mit Ammoniak übersättigt, und die Phosphorsäure durch schwefelsaure Magnesia gefällt. Aus dem Gewicht der geglühten phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia wird die Menge der Phosphorsäure berechnet.

Durch die Analyse der durch Ammoniak gefällten phosphorsaurer Salze war es möglich zu entscheiden, von welcher Zusammensetzung die gefällte phosphorsaure Kalkerde ist, und ob phosphorsaures Eisenoxyd oder reines Eisenoxyd im Niederschlage enthalten war.

Die von den phosphorsaurer Erden abfiltrirte Flüssigkeit

enthält entweder nur noch Alkalien und Phosphorsäure, wie dieß bei der Untersuchung aller Saamen und der animalischen Substanzen der Fall ist, oder sie enthält nur Kalkerde und Magnesia, und zwar oft in sehr beträchtlicher Menge. Diese waren als kohlensaure Salze in der Kohle enthalten; doch nur, wenn dieselben in bedeutender Menge darin sich vorfinden, wie dieß z. B. in der Analyse des Erbsen- und Rapsstrohs der Fall ist, kann man beim Uebergiessen der durch Wasser erschöpften verkohlten Masse mit Chlorwasserstoffsäure eine sehr deutliche Entwicklung von Kohlensäure wahrnehmen. Da die Kohlensäure nicht unmittelbar bestimmt werden kann, so wird sie aus der Menge der gefundenen Kalkerde und Magnesia berechnet, welche in der von den phosphorsauren Erden abfiltrirten Flüssigkeit enthalten sind.

Bei der Analyse der verkohlten Masse von Pflanzensaamen und animalischen Substanzen, wo, wie schon oben erwähnt, die von den phosphorsauren Erden abfiltrirte Flüssigkeit Alkalien und auch noch Phosphorsäure enthält, wird diese mit Chlorbaryum versetzt, wodurch phosphorsaure, und wenn Schwefelsäure vorhanden ist, auch schwefelsaure Baryterde gefällt wird. Es ist indessen nur in sehr wenigen Fällen im chlorwasserstoffsäuren Auszuge der verkohlten Masse Schwefelsäure gefunden worden. Die phosphorsaure Baryterde wird abfiltrirt, in Chlorwasserstoffsäure gelöst, aus der Lösung die Baryterde durch Schwefelsäure entfernt, sodann mit Ammoniak übersättigt und die Phosphorsäure als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia gefällt.

Die Flüssigkeit, die von der phosphorsauren Baryterde getrennt wurde, enthält die Alkalien. Es wird die überschüssige Baryterde durch kohlensaures Ammoniak entfernt, die filtrirte Auflösung zur Trockniss abgedampft, und die trockne Masse zur Vertreibung der ammoniakalischen Salze geglüht. Die erhaltenen alkalischen Chlormetalle werden durch Platinchlorid getrennt.

Die Untersuchung des zweiten Theils kann bei Abwesenheit von Schwefelsäure wesentlich vereinfacht werden.

Man dampft den chlorwasserstoffsäuren Auszug vorsichtig ab. Ist Kieselsäure darin enthalten, so wird die trockne Masse mit Salpetersäure befeuchtet, und die Kieselsäure abgeschieden. Zur filtrirten Auflösung setzt man Quecksilber und Salpetersäure. Man verdampft bei einem Ueberschufs von Quecksilber auf die bekannte Weise bis zur Trocknifs, und trennt durch Wasser die Basen von der Phosphorsäure.

Diese vereinfachte Methode hat indessen zwei Nachtheile. Die bedeutende Menge des vorhandenen Chlors erzeugt eine bedeutende Menge von Quecksilberchlorür, das mit dem phosphorsauren Quecksilberoxydul gemengt wird. Man mufs daher dieses unlösliche Gemenge mit einer bedeutenden Menge von kohlensaurem Natron zersetzen.

Der zweite Nachtheil ist der, dafs man, wenn hauptsächlich nur Erden in dem sauren Auszug enthalten sind, nicht mit Sicherheit wissen kann, ob sie zugleich mit Phosphorsäure und mit Kohlensäure verbunden sind.

Dritter Theil.

Dieser Theil der Untersuchung umfaßt die Bestimmung der unorganischen Bestandtheile, welche in der durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpften verkohlten Masse enthalten sind, oder vielmehr erst durch Oxydation gebildet werden.

Diese Verbrennung der Kohle ist mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft. Früher bewerkstelligte ich sie auf die Weise, dafs die Kohle zum Glühen in einem Tiegel gebracht wurde, dessen Deckel mit einem Loche versehen war, durch welches ein Silberrohr ging, welches einen Strom von Sauerstoffgas, zur glühenden Masse führte. Auf diese Art gelang die Verbrennung gut; aber ohne Hülfe von Sauerstoffgas, blofs durch den Zutritt der atmosphärischen Luft, war es in sehr vielen Fällen gar nicht möglich die verkohlte Masse einzuäschern. Aber durch das Verbrennen in Sauerstoffgas wird eine hohe Temperatur erzeugt, bei welcher die Materie der Tiegel stark von den phosphorsauren Salzen angegriffen wird, die durch die Oxydation

sich erzeugen. Wählt man einen Platintiegel, so wird derselbe gänzlich verdorben, wenn phosphorsaure Alkalien und Kohle bei hoher Temperatur auf die Wände des Tiegels einwirken. Porcellantiegel können ebenfalls nicht angewandt werden, da, wenn der größte Theil der Kohle verbrannt ist, die schmelzenden phosphorsauren Alkalien die Glasur auflösen. Diefs geschieht besonders stark bei Porcellantiegeln von der Meissner Fabrik, aber auch selbst die von der Berliner Fabrik können der Einwirkung nicht widerstehen, obgleich sie weit weniger angegriffen werden, als jene. Silbertiegel halten die hohe Temperatur nicht aus, und fangen an zu schmelzen. Wenn die Verbrennung der verkohlten Masse in einer in einem Ofen durch Kohlenfeuer bis zum Glühen erhitzten Glasröhre, durch welche Sauerstoffgas geleitet wird, geschieht, so glückt sie zwar ziemlich, doch die hohe, durch die Verbrennung der Kohle in Sauerstoffgas erzeugte Temperatur, schmelzt die phosphorsauren Alkalien, und sie sintern mit dem Glase fest zusammen, so dafs sie nicht von demselben mechanisch getrennt werden können. Zuletzt geschah die Verbrennung in kleinen Steinguttiegeln, die allen Anforderungen ziemlich entsprachen, und sehr wenig von den phosphorsauren Alkalien angegriffen wurden, aber es blieb noch immer ein hauptsächlichlicher Uebelstand unbeseitigt, der nämlich, dafs beim Verbrennen der Kohle im Sauerstoffgas eine bedeutende Menge vom phosphorsauren Alkali förmlich verflüchtigt wurde. Die Menge desselben ist sehr beträchtlich, und die Verflüchtigung kann auf keine Weise vermieden werden, wenn die Verbrennung in Sauerstoffgas geschieht, auch wenn dasselbe langsam zuströmt. Wurde das Gas zu langsam hinzugeleitet, so fand gar keine Verbrennung statt; so wie man es aber schneller hinzuströmen liefs, und die Oxydation der Kohle mit lebhaftem Glanze stattfand, sah man deutliche weisse Dämpfe emporsteigen.

Um die Producte der Verflüchtigung zu untersuchen, wurde die Verbrennung der verkohlten Masse in einer tubulirten Glasretorte bewirkt, durch deren Tubus das Sauer-

stoffgas hinzugeleitet wurde, während der Hals derselben in Wasser mündete. Das Wasser gab bei der Untersuchung starke Reactionen auf Phosphorsäure und Alkali.

Wird künstlich ein phosphorsaures Alkali mit einer grossen Menge von Kohle gemengt, und das Gemenge durch einen Strom von Sauerstoffgas verbrannt, so zeigen sich dieselben Erscheinungen, wie die beschriebenen, und man sieht denselben starken weissen Dampf emporsteigen.

Diese Verflüchtigung findet nur bei den phosphorsauren Alkalien statt. Verbrennt man eine Kohle, die nach der Einäscherung nur phosphorsaure Erden liefert, so kann man keine Verflüchtigung bemerken. Auch wenn man künstlich phosphorsaure Erden mit Kohle mengt, und das Gemenge in Sauerstoffgas verbrennt, so findet keine Verflüchtigung statt, und man kann keinen weissen Rauch bemerken.

Die früheren Untersuchungen, die in meinem Laboratorium angestellt wurden, und bei denen man die ausgelaugte verkohlte Masse in Sauerstoffgas verbrannte, haben daher unrichtige Resultate geliefert, und sie mußten wiederholt werden, nachdem es endlich geglückt war, eine Methode der Verbrennung aufzufinden, bei welcher kein Verlust stattfindet. Diese Methode, welche von Herrn Fleitmann herrührt, ist folgende:

Die mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpfte Kohle wird getrocknet, und dann mit einer concentrirten Auflösung von Platinchlorid befeuchtet. Die feuchte Masse wird in einem Porcellantiegel oder in einer Porcellanschale erhitzt, erst gelinde, damit die Feuchtigkeit entwickelt wird und nichts durchs Spritzen verloren gehen kann, dann aber stärker, so daß sie anfängt zu glühen. Diefs Glühen findet am besten auf einem grossen concaven Platindeckel statt. Läßt man im Porcellantiegel das Ganze glühen, so erfordert die Verbrennung eine weit längere Zeit, da dieselbe um so langsamer vor sich geht, je kleiner die Oberfläche und die Berührung mit der Luft ist. Es findet unter Chlorentwicklung eine sehr langsame Verbrennung der Kohle statt; jedes Kohlentheilchen zeigt eine geringe Feuererscheinung, ähn-

lich dem Verglimmen eines angebrannten vegetabilischen Körpers. Man befördert die Verbrennung ausserordentlich durch fleissiges Umrühren der Masse mit einem Platindraht oder mit einem Platinspatel. So wie neue Theile der unverbrannten Kohle mit der Luft in Berührung kommen, findet das Verglimmen von Neuem statt. Man kann die Spirituslampe entfernen; dessenungeachtet fährt die Kohle lange Zeit fort zu verglimmen; oft bei nicht zu geringen Mengen während einiger Stunden, auch mit dem Platinspatel herausgenommene Theile fahren fort zu verbrennen. Je concentrirter die Platinauflösung ist, um so leichter findet auch die Verbrennung statt. Zeigt die Masse bei fortwährendem Erhitzen kein Verglimmen mehr, und sieht sie noch schwarz aus, so muss das Befeuchten mit Platinauflösung wiederholt werden. Je ärmer der Rückstand an Kohle wird, um so leichter schreitet die Verbrennung fort. War die Platinauflösung concentrirt, so ist in der Regel ein zweimaliges Befeuchten und Erhitzen hinreichend um alle Kohle zu verbrennen. Eigentlich ist ein zweimaliges Befeuchten mit Platinauflösung nicht nothwendig. Man kann, nachdem man einmal befeuchtet und darauf geglüht hat, den Rückstand mit Königswasser übergiessen und abdampfen, um das Platin wieder wirksam zu machen; es ist diefs indessen etwas umständlich; man muss auch dabei grosse Vorsicht anwenden, damit nichts durchs Sprützen verloren geht. Da man übrigens alles angewandte Platin wieder gewinnt, so ist die Methode mit keinem pecuniären Verlust verknüpft; es ist daher vorzuziehen, die Masse zweimal mit Platinlösung zu befeuchten.

Der erhaltene Rückstand ist, wenn alle Kohle verbrannt ist, von rein aschgrauer Farbe. Er muss, ehe man ihn mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, im Porcellantiegel in einem Strome von Wasserstoffgas geglüht werden, damit die entstandenen Doppelverbindungen der alkalischen Chlormetalle mit dem Platinchlorid sich vollständig zersetzen können, was schwer bei grösseren Mengen durch blosses Erhitzen in der atmosphärischen Luft bewerkstelligt werden kann.

Un-

Unterläßt man die Behandlung mit Wasserstoffgas, so ist die nachherige Abscheidung des Platins aus der chlorwasserstoffsäuren Auflösung der Asche mit vielen Unannehmlichkeiten verknüpft.

Die mit Wasserstoffgas behandelte Masse wird in einem Kolben längere Zeit mit Chlorwasserstoffsäure digerirt, der Rückstand abfiltrirt und mit chlorwasserstoffsäurem Wasser ausgewaschen. Die erhaltene Lösung, welche gewöhnlich dieselben Bestandtheile hat, wie der chlorwasserstoffsäure Auszug der verkohlten Masse, wird auch auf eine ganz ähnliche Weise analysirt.

Das ungelöst gebliebene Platin, das noch den Sand und die Kieselsäure der organischen Substanz enthält, kann, um diese von dem Metall zu trennen, nach zwei Methoden behandelt werden. Man kocht entweder das Platin in einer Platinschale mit einer Auflösung von kohlen-säurem Natron, wodurch die Kieselsäure aufgelöst wird und Sand und Platin zurückbleiben, die man darauf von einander durch Königswasser trennt, oder man behandelt das unreine Platin sogleich mit Königswasser, wobei Sand und Kieselsäure ungelöst bleiben, die man durchs Kochen mit einer Auflösung von kohlen-säurem Natron von einander scheidet. Die im kohlen-säuren Natron aufgelöste Kieselsäure wird gewonnen, indem man die Auflösung mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt, zur Trocknifs abdampft, und den Rückstand mit Wasser behandelt, wobei die Kieselsäure ungelöst bleibt.

Zur Trennung der Kieselsäure vom Sande darf man bei den Analysen der Aschen von vegetabilischen Substanzen sich nicht einer Auflösung von Kalihydrat bedienen, sondern muß kohlen-säures Natron anwenden; denn der Sand ist in den meisten Fällen nicht reiner Sand, sondern gewöhnlich ein Gemenge von Sand und Thon, welcher von dem Boden, auf welchem die Pflanzen gewachsen haben, oder auch von der Tenne der Scheune herrührt, auf dem das Getreide ausgedroschen worden ist, und der sich beim Dreschen ins Stroh und in die Saamenkörner eingedrückt hat. Dieser Thon wird leicht durch Kalihydratlösung zer-

setzt, es löst sich Thonerde auf, und der Kieselsäuregehalt der Substanz wird durch die aus dem Thon aufgelöste Kieselsäure ungenau. Bei Anwendung von kohlensaurem Natron findet diese Zersetzung des Thons nicht statt.

Beilagen.

Beilagen I. und II.

Untersuchung der unorganischen Bestandtheile der Erbsen und des Erbsenstrohs durch Herrn Weber¹⁾.

Die zur Analyse angewandte Menge der Erbsen betrug 300 Grm.; die des Erbsenstrohs 100 Grm.

Nach der Verkohlung wurde die Masse nach der so eben beschriebenen Methode der Untersuchung unterworfen.

Wäßriger Auszug.

Derselbe betrug, zur Trocknifs abgedampft

bei den Erbsen 1,140 Grm.

beim Erbsenstroh 1,417 Grm.

Die Untersuchung dieser Rückstände gab im Hundert.

	Erbsen.	Erbsenstroh.
Chlorkalium . . .	47,54	7,14
Chlornatrium . . .	8,16	6,65
Kali	30,26	57,10
Kalkerde	—	0,70
Phosphorsäure . . .	4,47	—
Schwefelsäure . . .	0,79	2,12
Kohlensäure	8,33	23,12
Kieselsäure	—	1,48
	99,55	98,31.

Diese Bestandtheile geben, als Salze berechnet, folgende Zusammensetzung:

- 1) Diese Untersuchungen, so wie die weiter unten beschriebenen des Raps, des Rapsstrohs, des Weizens und des Weizenstrohs sind im Auftrage des Landes-Oeconomie-Collegiums ausgeführt worden. Dieser Auftrag, den ich vor mehreren Jahren erhielt, ist die eigentliche Veranlassung zu dieser ganzen Arbeit geworden.

Erbsen.

K Cl	47,54
Na Cl	8,16
K ³ P̄	13,32
K S̄	1,72
K C̄	26,16
K H̄	3,13
	<hr/> 100,03.

Erbsenstroh.

K Cl	7,14
Na Cl	6,65
K S̄	2,46
K C̄	72,62
K Sī	4,49
K H̄	3,88
Ca S̄	1,69
	<hr/> 98,93.

In dem wässrigen Auszuge der verkohlten Erbsen finden wir eine bei weitem grössere Menge von alkalischen Chlormetallen als in dem des Erbsenstrohs. Phosphorsaures Alkali ist nur in den Erbsen enthalten; es fehlt merkwürdiger Weise in dem wässrigen Auszuge des verkohlten Erbsenstrohs ganz; dahingegen ist in diesem bei weitem mehr kohlensaures Kali enthalten, als in den verkohlten Erbsen, so daß der abgedampfte wässrige Auszug des verkohlten Erbsenstrohs ganz die Zusammensetzung mancher käuflichen Pottasche haben würde.

In dem wässrigen Auszuge sowohl der verkohlten Erbsen als auch des verkohlten Erbsenstrohs ist eine, wiewohl nicht große Menge von freiem Kali enthalten gewesen, entstanden durch die oben angeführte Einwirkung der Kohle auf kohlensaures Kali. Es war wie schon oben bemerkt, bei allen Analysen versäumt, das Kalihydrat in der Auflösung mittelst Durchleitens von Kohlensäure in kohlen-

saures Kali zu verwandeln. Es ist deshalb in dem abgedampften wässrigen Auszug als Kalihydrat berechnet worden.

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Die verkohlten Erbsen, nachdem sie mit Wasser behandelt worden waren, zeigten beim Uebergießen mit Chlorwasserstoffsäure keine Entwicklung von Kohlensäure; das verkohlte Stroh hingegen brauste stark, enthielt also eine große Menge von kohlensauen Erden. Da die Menge der Kohlensäure nicht unmittelbar bestimmt werden konnte, so sind Kalkerde und Magnesia, welche aus der chlorwasserstoffsäuren Auflösung nicht durch Ammoniak als phosphorsaure Erden gefällt worden sind, als kohlensaure Salze berechnet.

Die Gewichtssumme der gefundenen Bestandtheile gab bei den Erbsen 1,058 Grm. beim Stroh 3,458 Grm.

Die Zusammensetzung der Bestandtheile in beiden Auszügen ist folgende:

	Erbsen.	Erbsenstroh.
Kali	54,63	—
Natron	7,56	—
Kohlensaure Kalkerde	—	60,19
Kohlensaure Magnesia	—	5,26
Kalkerde	8,22	6,92
Magnesia	6,52	5,69
Eisenoxyd	1,33	1,13
Phosphorsäure	20,79	18,29
Kieselsäure	0,95	2,52
	<u>100,00.</u>	<u>100,00.</u>

Die große Menge des Kali's in dem sauren Auszuge der verkohlten Erbsen ist im hohen Grade auffallend. Die Phosphorsäure reicht ungefähr hin, um mit der Kalkerde und der Magnesia $\text{Ca}^2 \ddot{\text{P}}$ und $\text{Mg}^2 \ddot{\text{P}}$ zu bilden; die berechnete Menge der Phosphorsäure würde dann 21,92 Proc. betragen. Wollte man nun auch annehmen, daß die Alkalien mit den beiden phosphorsauren Erden im Wasser

unlösliche Verbindungen von α Phosphorsäure gebildet hätten, so ist doch die Menge des Alkali's dazu viel zu bedeutend, denn das Kali allein erfordert, um $K^3 P$ zu bilden, mehr Phosphorsäure als gefunden worden ist.

Die Menge der gefundenen Phosphorsäure im sauren Auszuge des verkohlten Erbsenstrohs reicht gerade hin, um mit der Kalkerde und Magnesia β phosphorsaure Salze zu bilden; die berechnete Menge der Phosphorsäure würde dann 18,53 Proc. betragen. Aber unstreitig sind beide Salze als α phosphorsaure Salze im verkohlten Rückstand enthalten, und die Menge der kohlensauren Kalkerde und Magnesia müßte eigentlich um so viel geringer angegeben werden, als dazu gehört, um aus den β phosphorsauren Salzen α phosphorsaure zu bilden.

Rückständige Kohle.

Die Menge der Asche, welche nach dem Verbrennen der ausgelaugten Kohle bei den Erbsen zurückblieb, betrug 2,726 Grm.; die vom Erbsenstroh nur 0,375 Grm.

Die Zusammensetzung der Asche war im Hundert folgende:

	Erbsen.	Erbsenstroh.
Kali	24,14	—
Kalkerde	5,25	1,87
Magnesia	11,22	14,66
Eisenoxyd	0,85	7,73
Phosphorsäure	58,03	20,80
Kieselsäure	0,51	54,94
	100,00.	100,00.

Bei der großen Menge der Phosphorsäure in der Asche der Erbsen muß man annehmen, daß ein Theil der Basen mit α Phosphorsäure, ein anderer mit β Phosphorsäure verbunden ist. Berechnet man die Kalkerde und die Magnesia und auch die kleine Menge des Eisenoxys als β phosphorsaure Salze (was beim Eisenoxyd eigentlich nicht geschehen sollte), so werden dazu 26,08 Proc. Phosphorsäure

erfordert. Nimmt man an, daß die übrig bleibenden 31,95 Proc. Phosphorsäure mit dem Kali zu $K^{\circ}P$ verbunden sind, so werden dazu 21,09 Proc. Kali erfordert. Die gefundene Menge desselben ist um 3,05 Proc. größer. Berechnet man diesen Ueberschuß als Chlorkalium, so beträgt die Gewichtssumme der gefundenen Bestandtheile 2,774 Grm. Das unmittelbar bestimmte Gewicht der zur Trockniss abgedampften und geglühten chlorwasserstoffsäuren Auflösung betrug 2,805 Grm.

Um den bedeutenden Unterschied zu zeigen, der stattfindet, wenn die Einäscherung der durch Auflösungsmittel erschöpften Kohle mit Hülfe von Platinsolution oder, nach meiner früheren Methode, vermittelt Verbrennens in Sauerstoffgas bewirkt wird, soll hier das Resultat der Untersuchung der Asche dieser Kohle angeführt werden, die nach dieser fehlerhaften Methode erhalten worden war.

Die Menge der Asche dieser Kohle aus 300 Grm. Erbsen betrug nur 1,424 Grm. während 2,726 Grm. aus derselben Menge der Erbsen nach der anderen Methode erhalten worden waren.

Im Hundert bestand dieselbe aus:

Kali	17,83
Kalkerde	8,77
Magnesia	20,85
Eisenoxyd	2,24
Phosphorsäure	46,98
Kieselsäure	1,89
	<hr/> 98,56.

Die Mengen des Kali's und der Phosphorsäure haben sich durch Verflüchtigung des phosphorsauren Kali's vermindert, während die der Kalkerde, der Magnesia, des Eisenoxyds und der Kieselsäure sich vermehrt haben.

In der Asche des Erbsenstrohs ist das Verhältniß der Phosphorsäure zu den Basen, wie in den ^bphosphorsauren Salzen. Doch können nur Kalkerde und Magnesia mit ^bPhosphorsäure verbunden seyn, da die gefundene Menge

dieser Säure nur für diese Basen hinreicht. Berechnet man die beiden Erden als ¹phosphorsaure Salze, so werden dazu 21,60 Proc. Phosphorsäure erfordert. Die bedeutende Menge des Eisenoxyds ist in der Asche nicht an Phosphorsäure gebunden anzusehen.

Da man bisweilen die Bestandtheile des chlorwasserstoffsäuren Auszugs, und die, welche bei der Verbrennung der ausgelaugten Kohle als Asche zurückbleiben für die im Wasser unlöslichen Bestandtheile der Asche hält, so sind die Bestandtheile des sauren Auszugs zu denen der Asche der ausgelaugten Kohle addirt worden.

Bei den Erbsen betrug die Menge der unorganischen Bestandtheile

im chlorwasserstoffsäuren Auszuge	1,058 Grm.
die der Asche der Kohle . . .	2,726 -
	<hr/> 3,784 Grm.

Die Bestandtheile im Hundert sind folgende:

Kali	32,66
Natron	2,11
Kalkerde	6,08
Magnesia	9,91
Eisenoxyd	0,98
Phosphorsäure	47,62
Kieselsäure	0,64
	<hr/> 100,00

Es ist diese Zusammenstellung besonders aus dem Grunde geschehen, um auf die große Menge des Alkalis in den im Wasser unauflöslichen Bestandtheilen aufmerksam zu machen, deren Anwesenheit darin früher fast immer übersehen ist.

Bei dem Erbsenstroh betrug die Menge der unorganischen Bestandtheile

im chlorwasserstoffsäuren Auszuge	3,458 Grm.
die der Asche der Kohle . . .	0,375 -
	<hr/> 3,833 Grm.

Die Bestandtheile im Hundert sind folgende:

Kohlensaure Kalkerde	54,29
Kohlensaure Magnesia	4,77
Kalkerde	6,42
Magnesia	6,58
Eisenoxyd	1,78
Phosphorsäure	18,52
Kieselsäure	7,64
	<u>100,00</u>

Die in drei Theile zerfallende Analyse der unorganischen Bestandtheile der Erbsen hat also folgendes Resultat gegeben:

im wässrigen Auszuge der verkohlten

Erbsen waren	1,140 Gr. = 23,61 Proc.
im chlorwasserstoffsäuren Auszuge	1,058 - = 21,48 -
in der Asche der Kohle	2,726 - = 55,36 -
	<u>4,924</u> <u>100,00</u>

Die unorganischen Bestandtheile in den Erbsen zusammengekommen betragen 1,64 Proc.

Werden die gefundenen Bestandtheile aus den drei Theilen der Analyse zusammengestellt, so erhält man folgendes Resultat im Hundert:

		Sauerstoffgehalt.	
Chlorkalium	11,02		
Chlornatrium	1,89		
Kali	32,15	5,44	10,33
Natron	1,62	0,41	
Kalkerde	4,67	1,31	
Magnesia	7,62	2,94	
Eisenoxyd	0,76	0,23	22,84
Phosphorsäure	37,67	21,10	
Schwefelsäure	0,18	0,10	
Kohlensäure	1,94	1,39	
Kieselsäure	0,48	0,25	
	<u>100,00</u>		

Das Erbsenstroh hat an unorganischen Bestandtheilen gegeben:

im wässrigen Auszuge des verkohlten

Strohs	1,417	Grm. = 27,00	Proc.
im chlorwasserstoffsauren Ausz.	3,458	- = 65,87	-
in der Asche der Kohle . .	0,375	- = 7,13	-
	5,250	- = 100,00	-

Die unorganischen Bestandtheile in dem Erbsenstroh zusammengenommen betragen 5,25 Proc.

Im Hundert geben die in den drei Theilen der Analyse gefundenen Bestandtheile:

		Sauerstoffgehalt.	
Chlorkalium	1,96		
Chlornatrium	1,83		
Kali	15,68	2,65	13,18
Kalkerde	27,14	7,62	
Magnesia	6,50	2,51	
Eisenoxyd	1,30	0,40	
Phosphorsäure	13,52	7,57	26,37
Schwefelsäure	0,57	0,34	
Kohlensäure	25,52	18,46	
Kieselsäure	5,98		
	100,00		

Bei den Erbsen sowohl wie bei dem Erbsenstroh verhält sich also der Sauerstoffgehalt in sämtlichen Basen zu dem in den Säuren wie 1:2. Bei dem Erbsenstroh ist der Sauerstoffgehalt der Kieselsäure nicht zu dem der andern Säuren hinzugerechnet worden, weil sie nicht an Basen gebunden im Stroh enthalten ist.

Die Art und Weise wie man gewöhnlich die unorganischen Bestandtheile in den organischen Substanzen bestimmt, ist gewöhnlich die, daß man die organische Substanz unmittelbar einäschert, und bei der Zusammenstellung der durch die Analyse gefundenen Bestandtheile die stärksten Basen mit den stärksten Säuren zusammenpaart. Die Kohlensäure wurde in vielen Fällen nicht unmittelbar bestimmt, und was daher von Basen, nachdem diese mit den gefundenen Säuren zu Salzen berechnet waren, übrig blieb, wurde als kohlen saure Verbindungen angenommen. Wie sehr diese

willkürliche Aufstellung zu irrigen Vorstellungen führen kann, geht aus den oben angeführten Resultaten hervor. Wenn man nach dem angeführten Princip aus den zuletzt angeführten Zahlen die Salze berechnen wollte, so würde dieß zu ganz andern Zusammenstellungen, oder wenigstens zu ganz andern procentischen Gehalten führen, als bei den einzelnen Extraktionen der verkohlten Substanz erhalten wurden. So würde man z. B. alles Alkali, welches man in der Asche der Erbsen gefunden hat, und das nach Berechnung des alkalischen Chlormetalls und des schwefelsauren Alkalis übrig bleibt, als phosphorsaures Alkali berechnen. Die dann übrig bleibende Phosphorsäure würde mit andern Basen zusammengepaart werden, und was von letztern übrig bleibt, müßte als mit Kohlensäure verbunden angenommen werden. Nun haben wir aber gesehen, daß in dem wässrigen Auszuge der verkohlten Masse das Kali zum Theil als kohlen-saures enthalten ist, und daß in dem teleoxydischen Theile der verkohlten Masse, die durch Chlorwasserstoffsäure extrahirten Erden nur mit Phosphorsäure verbunden seyn können, weil keine Kohlensäure bei der Behandlung mit der Säure ausgetrieben wird.

Noch weit auffallender zeigt sich das Irrthümliche jenes Princip, bei der Bestimmung der unorganischen Bestandtheile im Erbsenstroh. In dem wässrigen Auszuge der verkohlten Masse ist gar keine Phosphorsäure enthalten, sondern fast alles Kali mit Kohlensäure verbunden, während die Erden in dem teleoxydischen Theile der verkohlten Masse größtentheils an Kohlensäure, zum Theil an Phosphorsäure gebunden waren.

Aus diesen Betrachtungen ergeben sich neue Vortheile der hier durchgeführten Methode, die unorganischen Bestandtheile in den organischen Substanzen zu bestimmen, gegen die bis jetzt allgemein beobachtete der totalen Einäscherung.

Um aber den Unterschied in der Zusammensetzung der Asche kennen zu lernen, wenn dieselbe durch eine totale Einäscherung der organischen Substanz erhalten, oder nach der hier durchgeführten Methode berechnet wird, wurde

von Herrn Weber auch die Asche der Erbsen und des Erbsenstrohs analysirt, die auf jene Weise dargestellt worden war.

Die Einäschung geschah in einem zwischen Kohlen schräg gestellten reinen Tiegel; die Temperatur wurde so niedrig, wie möglich angewandt. Das Stroh verbrannte mit sehr großer Leichtigkeit, und die Asche desselben konnte mit geringer Mühe weifs erhalten werden. Weit schwieriger war dies bei den Erbsen zu erreichen. Obgleich die Asche derselben auch von rein weifser Farbe erhalten wurde, so gehörte doch eine höhere Temperatur und weit längere Zeit dazu, wie beim Stroh.

Im Allgemeinen kann angenommen werden, dafs organische Substanzen, deren Aschen vorzugsweise Erden enthalten, sehr leicht eingeäschert werden können, dafs aber die, welche eine an Alkalien reiche Asche liefern, um so schwieriger einzuäschern sind, als der Gehalt an Alkali in denselben gröfser ist. Die noch nicht verbrannte Kohle wird in diesem Falle durch die leichter schmelzenden alkalischen Salze gegen die Verbrennung geschützt, und es ist eine hohe und lange anhaltende Temperatur nothwendig, um die letzten Antheile der Kohle zu verbrennen. Dadurch wird aber die Zusammensetzung der Asche wesentlich geändert. Enthält die Asche alkalische Chlormetalle, so werden diese, namentlich das Chlorkalium, oft größtentheils, oft auch gänzlich verflüchtigt, oder es wird aus ihnen durch phosphorsaure Salze, mit Hülfe des Wassers oder durch den entweichenden Wasserstoff und den Sauerstoff der Luft, Chlorwasserstoff ausgetrieben und jene dadurch in phosphorsaure Salze verwandelt. Eben so wird auf ähnliche Weise Kohlensäure verjagt. Aus diesem Grunde hat Wackenroder vorgeschlagen, die organischen Substanzen, die reich an Alkalien sind, bei ihrer Einäschung mit einer gewogenen Menge einer Erde zu mengen, um das Zusammenschmelzen zu verhindern und das leichtere Verbrennen der Kohle zu befördern.

100 Grm. Erbsen hinterliefsen nach der Verbrennung,

und nach Abscheidung des Sandes 1,753 Grm., also, ungeachtet der Verflüchtigung mehrerer Stoffe, mehr als durch die oben angeführte Methode der Verkohlung erhalten wurde. Es kann dies aber nicht auffallend seyn, da wegen des verschiedenen Wassergehalts der Erbsen bei verschiedenen Versuchen verschiedene Quantitäten von Asche erhalten wurden.

Die Resultate der Untersuchung waren im Hundert folgende:

		Sauerstoffgehalt.	
Kali	35,91	6,08	} 11,67
Natron	2,28	0,58	
Kalkerde	6,95	1,95	
Magnesia	7,07	2,73	
Eisenoxyd	1,08	0,33	
Phosphorsäure	40,10	22,97	} 23,09
Schwefelsäure	1,88	1,12	
Kieselsäure	3,02		
	<u>98,29</u>		

Vergleicht man diese Zusammensetzung mit der oben angeführten, welche nach der Methode der Verkohlung erhalten wurde, so sieht man, daß die in den Erbsen enthaltene bedeutende Menge der alkalischen Chlormetalle sich verflüchtigt hat; eine sehr kleine Menge des Kalis aus dem Chlorkalium ist mit Phosphorsäure verbunden, und die ganze Menge der Kohlensäure ist verjagt worden. Im Uebrigen ist das Verhältniß der meisten andern Bestandtheile zu einander, einige kleine Abänderungen abgerechnet, so ziemlich dasselbe, wie das durch die Methode der Verkohlung erhaltene. Der Sauerstoff der Säuren ist auch hier wie dort das Doppelte von dem der Basen.

100 Grm. Erbsenstroh verkohlt, und darauf beim Zutritt der Luft verbrannt, gaben nach Abzug des Sandes und nachdem die Asche mit einer Auflösung von kohlen-saurem Ammoniak befeuchtet worden war, um der Kalkerde die Kohlensäure wieder zuzuführen, welche sie durch das starke Erhitzen verloren haben konnte, 4,461 Grm. Asche, also

bedeutend weniger, als durch die Methode der Verkohlung erhalten worden war.

Das Resultat der Untersuchung war folgendes im Hundert:

		Sauerstoffgehalt.	
Chlorkalium	2,31		
Chlornatrium	1,39		
Kali	17,66	2,99	16,87
Kalkerde	32,71	9,18	
Magnesia	8,01	3,09	
Eisenoxyd	2,06	0,61	
Phosphorsäure	11,42	6,40	20,32
Schwefelsäure	0,49	0,29	
Kohlensäure	18,84	13,63	
Kieselsäure	4,46		
	99,35		

Da sich das Erbsenstroh mit weit größerer Leichtigkeit und bei weit niedrigerer Temperatur als die Erbsen einäschern liefs, so fand auch keine Verflüchtigung der alkalischen Chlormetalle statt. Dahingegen war eine bedeutende Menge der Kohlensäure durch den Einflufs der Phosphorsäure verflüchtigt worden, weshalb auch der Sauerstoffgehalt der Säuren zu dem der Basen bedeutend geringer ist, als in dem Resultate, das durch die Verkohlungsmethode erhalten wurde.

Aber auch der Gehalt an Kieselsäure ist etwas kleiner, als der bei letzterer Methode ausgefallen. Es hat dies wohl darin seinen Grund, dafs bei der auferordentlich leichten Beschaffenheit, die das Skelett des Erbsenstrohs nach dem Einäschern zeigt, etwas Kieselsäure durch den Luftstrom mechanisch fortgerissen wurde.

Wenn wir die angeführten Resultate mit den früher von andern Chemikern erhaltenen vergleichen wollen, so können wir letztere nur mit dem Resultate der Untersuchung vergleichen, bei welchem die totale Einäscherung angewandt worden war, da auch jene auf diese Weise erhalten sind.

Die Analysen von Will und Fresenius, von Bi-

chon, von Thon und von Boussingault¹⁾ weichen nicht so sehr bedeutend von dem durch Herrn Weber erhaltenen ab. In der Analyse von Bichon und von Thon ist der Natrongehalt sehr bedeutend (12,86 und 10,32 Proc.) während er in den Analysen von Will und Fresenius und von Boussingault übereinstimmender mit der Analyse von Weber zu 3,98 und zu 2,56 Proc. angegeben wird. Das relative Verhältniß von Kalkerde und von Magnesia variirt sehr; es wäre interessant zu wissen, ob in der That dieß in der Wirklichkeit bei Erbsen, die auf Boden von verschiedener Zusammensetzung wachsen, der Fall ist, oder ob der Mangel an Uebereinstimmung in Fehlern der Analyse seinen Grund hat. Der Gehalt an Schwefelsäure wird in allen Analysen höher angegeben, als ihn Herr Weber gefunden hat. Wenn vielleicht eine Schwefelverbindung in den Erbsen existirte, welche durch die totale Einäscherung sich zu einem schwefelsauren Salze oxydiren könnte, die aber durch das Verkohlen unlöslich im Wasser und selbst in Chlorwasserstoffsäure geworden wäre, und beim Einäschern der ausgelaugten Kohle ein schwefelsaures Salz gebildet hätte, dessen Schwefelsäure aber durch den Ueberschufs der Phosphorsäure verjagt worden wäre, die durch die ausgelaugte Kohle beim Einäschern erzeugt wird, so hätte sich dieser grössere Schwefelsäuregehalt auch nach der totalen Einäscherung, die Herr Weber ausgeführt hat, zeigen müssen. Aber obgleich er dadurch einen weit grösseren Schwefelsäuregehalt erhielt (1,83 Proc.) als durch die Methode der Verkohlung (bei welcher er nur 0,18 Proc. bekommen hatte), so erreicht doch auch jener grössere Schwefelsäuregehalt nicht den, der durch die Analyse anderer Chemiker erhalten worden ist.

Die Resultate, die Herr Weber durch die Methode der Verkohlung bei den Erbsen erhalten hat, stimmen hingegen mehr mit denen überein, die Rammelsberg durch eine ähnliche Methode gefunden hat²⁾.

1) Journ. für prakt. Chemie. Bd. 38. S. 22.

2) Pogg. Ann. Bd. 71, S. 153.

Was die Untersuchung der unorganischen Bestandtheile des Erbsenstrohs betrifft, so stimmen die von Herrn Weber erhaltenen Resultate mehr mit denen von Heintz ¹⁾ als mit denen von Rammelsberg.

Beilagen III und IV.

Untersuchung der unorganischen Bestandtheile des Raps und des Rapsstrohs durch Herrn Weber.

Die zur Analyse angewandte Menge des Rapssaamens betrug 250 Grm., die des Strohs 100 Grm.

Wässriger Auszug.

Er betrug zur Trockniß abgedampft

beim Saamen 0,576 Grm.

beim Stroh 1,556 -

Die Untersuchung gab folgende Resultate im Hundert:

	Rapssaamen.	Stroh.
Chlorkalium	1,39	3,82
Chlornatrium	—	9,71
Kali	67,88	58,91
Kalkerde	—	0,32
Phosphorsäure	12,84	
Schwefelsäure	2,08	1,86
Kohlensäure	11,11	25,32
Kieselsäure	1,21	1,47
	96,51	100,41

Werden die erhaltenen Bestandtheile zu Salzen berechnet, so bleibt eine sehr große Menge von freiem Kali übrig, das in dem zur Trockniß abgedampften Rückstand als Kalihydrat enthalten war. Weil das Wasser des Kalihydrats nicht unter den Bestandtheilen aufgeführt worden war, ist der scheinbar große Verlust entstanden. Bei wenigen Untersuchungen fand sich in dem wässrigen Auszuge der verkohlten organischen Substanz eine so große Menge von freiem Kali wie in dem wässrigen Auszuge des verkohlten Raps. Wegen der großen Menge des fetten Oels im Saamen entwickelte sich beim Verkohlen eine außer-

1) Pogg. Ann. Bd. 73, S. 459.

ordentliche große Menge von Kohlenwasserstoffgas im Maximum von Kohle, und hierdurch wurde eine so bedeutende Menge des kohlensauren Kalis in Kali verwandelt. Es ist, wie schon früher bemerkt, bei allen hier beschriebenen Untersuchungen versäumt worden, das Kalihydrat im wässrigen Auszuge durch Behandlung mit Kohlensäuregas in kohlensaures Kali zu verwandeln.

Die oben angeführten Bestandtheile zu Salzen berechnet, geben folgende Zusammensetzung:

Rapssaamen.	
K Cl	1,32
K ³ P̄	38,19
K S̄	4,51
K C̄	34,89
K ³ Si	4,86
K H	15,10
	<hr/> 98,87

Wird das Kalihydrat als kohlensaures Kali berechnet, so wäre das Gewicht des zur Trocknifs abgedampften wässrigen Auszugs 0,590 Grm. und die Zusammensetzung im Hundert wäre:

Chlorkalium	1,35
Kali	66,28
Phosphorsäure	12,54
Schwefelsäure	2,03
Kohlensäure	16,61
Kieselsäure	1,19
	<hr/> 100,00

oder

K Cl	1,35
K ³ P̄	37,29
K S̄	4,41
K C̄	52,20
K ³ Si	4,75
	<hr/> 100,00

In

beim
Kal
zu

beim
Stro
dabe
dure
den
Kalk
saur

folgt

Pog

In dem wässrigen Auszuge des verkohlten Strohs war beim Verkohlen kein freies Kali aus dem kohlen-sauren Kali gebildet worden. Die Bestandtheile dieses Auszugs zu Salzen berechnet geben folgende Zusammensetzung:

K Cl	3,82
Na Cl	9,71
K S	3,06
K C	79,53
K ² Si	4,46
Ca S	0,77
	<hr/> 101,35

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Die mit Wasser ausgelaugte Kohle des Saamens zeigte beim Uebergießen mit Chlorwasserstoffsäure keine, die des Strohs hingegen eine sehr starke Kohlensäureentwicklung; daher wurden in dem sauren Auszuge des Strohs, nachdem durch Ammoniak die phosphorsauren Erden ausgefüllt worden waren, in der filtrirten Flüssigkeit große Mengen von Kalkerde und von Magnesia gefunden, welche als kohlen-saure Salze berechnet wurden.

Die Gewichtssumme der gefundenen Bestandtheile gab

beim Saamen 2,210 Grm.

beim Stroh 1,805 -

Die Zusammensetzung beider Auszüge im Hundert ist folgende:

	Saamen.	Stroh.
Kali	30,45	—
Natron	4,48	—
Kohlensaure Kalkerde	—	63,38
Kohlensaure Magnesia	—	20,46
Kalkerde	8,06	4,45
Magnesia	14,34	0,46
Eisenoxyd	1,36	2,13
Phosphorsäure	40,63	5,93
Schwefelsäure	0,32	—
Kieselsäure	0,36	3,19
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

Die Zusammensetzung des im sauren Auszuge des Saamens durch Ammoniak gefällten Niederschlags der phosphorsäuren Salze nach dem Glühen war $\text{Ca}^2 \ddot{\text{P}} + \text{Mg}^2 \ddot{\text{P}} + \text{Fe}^2 \ddot{\text{P}}^3$. Die berechnete Menge der Phosphorsäure in diesem Niederschlage beträgt 34,24 Proc.; die Analyse gab 34,47 Proc. Es bleibt ein Ueberschufs von 6,16 Proc. Phosphorsäure.

Die im sauren Auszuge des Strohs durch Ammoniak gefällten phosphorsäuren Salze bestanden nach dem Glühen aus $\text{Ca}^2 \ddot{\text{P}} + \text{Mg}^2 \ddot{\text{P}} + \text{Fe}^2 \ddot{\text{P}}^3$.

Rückständige Kohle.

Die Menge der Asche der durch Auflösungsmittel erschöpften Kohle betrug

beim Saamen 3,409 Grm.

beim Stroh 0,570

Die Zusammensetzung dieser Aschen im Hundert ist folgende:

	Saamen.	Stroh.
Kali	21,50	—
Natron	0,29	—
Kalkerde	15,19	27,53
Magnesia	14,08	13,51
Eisenoxyd	0,46	4,20
Phosphorsäure	45,79	9,29
Schwefelsäure	1,87	—
Kieselsäure	0,82	45,47
	100,00	100,00

Die in der chlorwasserstoffsäuren Auflösung der Asche des Saamens durch Ammoniak gefällten phosphorsäuren Salze hatten die Zusammensetzung $\text{Ca}^2 \ddot{\text{P}} + \text{Mg}^2 \ddot{\text{P}} + \text{Fe}^2 \ddot{\text{P}}^3$. Die berechnete Menge der Phosphorsäure hierzu beträgt 44,17 Proc.; die Untersuchung gab 44,10 Proc. Es bleibt ein Ueberschufs von 1,69 Proc. Phosphorsäure, welche in der von den phosphorsäuren Erden abfiltrirten Flüssigkeit enthalten war.

In der sauren Auflösung der Asche der Strohkohle entstand durch Ammoniak nur ein geringer Niederschlag; in der abfiltrirten Flüssigkeit waren noch Kalkerde und Magnesia enthalten.

Die Untersuchung über die unorganischen Bestandtheile im Rapssaamen ergab in ihren drei Theilen folgende Resultate.

Es wurden erhalten aus 250 Grm. des Saamens:
im wässrigen Auszuge des verkohlten

Saamens	0,590 Grm. =	9,50 Proc.
im chlorwasserstoffsaur. Ausz.	2,210 - =	35,60 -
in der Asche der Kohle . .	3,409 - =	54,90 -
	6,209 - =	100,00

Die unorganischen Bestandtheile im Rapssaamen betragen also 2,48 Proc.

Stellt man die gefundenen Bestandtheile aus den drei Theilen der Analyse zusammen, so erhält man im Hundert folgendes Resultat:

	Sauerstoffgehalt.	
Chlorkalium	0,13	—
Kali	28,94	4,90
Natron	1,75	0,44
Kalkerde	11,19	2,33
Magnesia	12,84	4,97
Eisenoxyd	0,74	0,22
Phosphorsäure	40,79	22,85
Schwefelsäure	1,34	0,80
Kohlensäure	1,58	1,14
Kieselsäure	0,70	0,36
	100,00.	

Zwischen den Basen und den Säuren im Rapssaamen findet also dasselbe Verhältniß wie bei den Erbsen statt. Der Sauerstoffgehalt der Säuren ist doppelt so groß, wie der der Basen.

Das Rapsstroh gab an unorganischen Bestandtheilen in 100 Grm.:

im wässrigen Auszuge des verkohlten

Strohs	1,556 Grm. = 39,59 Proc.
im chlorwasserstoffsäuren Ausz. 1,805 -	= 45,91 -
in der Asche der Kohle . . . 0,570 -	= 14,50 -
	<u>3,931</u> <u>100,00</u>

Die unorganischen Bestandtheile im Rapsstroh betragen also 3,93 Proc.

Die in den drei Theilen der Untersuchung gefundenen unorganischen Bestandtheile im Rapsstroh sind im Hundert folgende:

		Sauerstoffgehalt.	
Chlorkalium	1,48	—	
Chlornatrium	3,79	—	
Kali	23,02	3,90	} 13,29
Kalkerde	22,47	6,31	
Magnesia	6,72	2,60	
Eisenoxyd	1,57	0,48	} 27,10
Phosphorsäure	4,07	2,28	
Schwefelsäure	0,76	0,45	
Kohlensäure	27,51	19,90	
Kieselsäure	8,61	4,47	
	<u>100,00.</u>		

Auch in dem Rapsstroh ist wie in dem Erbsenstroh der Sauerstoffgehalt der Säuren das Doppelte der Basen.

Auch beim Raps und beim Rapsstroh wurde nach der allgemein gebräuchlichen Methode eine totale Einäscherung vorgenommen, um die Producte derselben mit denen vergleichen zu können, die durch die Methode der Verkohlung erhalten worden waren.

100 Grm. des Rapssaamens verkohlt, und dann beim Zutritt der Luft verbrannt, hinterließen nach Abzug des Sandes 2,392 Grm. Asche, also nur etwas weniger, als die Menge der unorganischen Bestandtheile betrug, die durch die Methode der Verkohlung erhalten worden war. Die Analyse dieser Asche gab folgende Zusammensetzung:

		Sauerstoffgehalt.	
Kali	22,91	3,88	14,95
Kalkerde	17,30	4,85	
Magnesia	15,55	6,01	
Eisenoxyd	0,71	0,21	
Phosphorsäure	41,63	23,88	25,18
Schwefelsäure	0,46	0,27	
Kieselsäure	2,00	1,03	
	<u>100,56</u>		

Der Unterschied zwischen den Resultaten, die durch die beiden verschiedenen Methoden, die der Verkohlung, und die der totalen Einäscherung erhalten wurden, ist hier nicht so auffallend, wie bei den Erbsen, weil im Rapssaamen die Menge der alkalischen Chlormetalle, die sich bei der totalen Einäscherung gänzlich verflüchtigen, nur unbedeutend ist. Aber auch die geringe Menge derselben, welche im Raps enthalten ist, findet sich nicht mehr nach der vollkommenen Einäscherung. Aber außerdem ist durch die starke Hitze offenbar auch Phosphorsäure und Kali verflüchtigt worden, so wie auch die ganze Menge der Kohlensäure. Der Kieselsäuregehalt ist nach der letzten Untersuchung größer gefunden worden, als bei der erstern, vielleicht weil bei dem Rapssaamen der letzten Analyse etwas mehr Sand zersetzt worden ist.

100 Grm. des Rapsstrohs verkohlt, und beim Zutritt der Luft verbrannt, hinterließen nach Abzug des Sandes, und nachdem die Asche mit etwas kohlensaurem Ammoniak befeuchtet worden war, um die aus der Kalkerde entwichene Kohlensäure wieder zu ersetzen, 3,412 Grm. Asche, also etwas weniger als das Gewicht der unorganischen Bestandtheile betrug, da nach der Methode der Verkohlung 3,931 Grm. erhalten wurden. Die Zusammensetzung dieser Asche im Hundert war folgende:

		Sauerstoffgehalt.	
Chlorkalium	2,10	—	17,70
Kali	24,95	4,23	
Natron	6,52	1,66	
Kalkerde	32,79	9,19	
Magnesia	5,40	2,09	
Eisenoxyd	1,73	0,53	

		Sauerstoffgehalt.	
Phosphorsäure	4,48	2,51	} 15,92
Schwefelsäure	1,22	0,63	
Kohlensäure	14,76	10,67	
Kieselsäure	4,08	2,11	
	<u>95,93.</u>		

Es hatte sich eine bedeutende Menge von Kohlensäure verflüchtigt, weshalb auch der Sauerstoffgehalt der Basen sogar gröfser als der der Säuren gefunden wurde. Aber diesmal war nicht die ganze Menge der alkalischen Chlormetalle durch die Hitze verjagt worden.

Im Allgemeinen stimmen die durch Herrn Weber erhaltenen Resultate der Untersuchung des Rapssaamens mit denen überein, welche Müller ¹⁾, Rammelsberg ²⁾ und Heintz ³⁾ erhalten haben.

Vergleicht man die unorganischen Bestandtheile der Erbsen mit denen im Rapssaamen, so unterscheidet sich der wässrige Auszug der verkohlten Erbsen wesentlich von dem des verkohlten Raps durch die grofse Menge der alkalischen Chlormetalle, die im Raps nur in sehr kleiner Menge enthalten sind, dahingegen im Letztern sich mehr phosphorsaures Kali als im erstern findet. Auch der chlorwasserstoffsäure Auszug des verkohlten Raps enthält weit mehr Phosphorsäure als der der Erbsen, wohingegen der anoxydische Theil der Kohle der Erbsen mehr Phosphorsäure giebt, als der des Raps.

Die unorganischen Bestandtheile hingegen im Erbsenstroh und im Rapsstroh sind sich nicht nur, wenn man sie zusammengenommen mit einander vergleicht, merkwürdig ähnlich, sondern auch die Bestandtheile, die bei den einzelnen Theilen der Untersuchung erhalten wurden, ähneln sich untereinander. Die wässrigen Auszüge der verkohlten Kräuter wären fast gleich zusammengesetzt, wenn nicht in dem des Erbsenstrohs um so viel mehr Chlorkalium enthalten

1) Journ. für prakt. Chemie Bd. 38, S. 29.

2) Pogg. Ann. Bd. 71, S. 153.

3) Pogg. Ann. Bd. 73, S. 456.

wäre als im Rapsstroh mehr Chlornatrium enthalten ist. Auch die chlorwasserstoffsäuren Auszüge ähneln sich, nur ist in dem des Rapsstrohs eine bedeutend gröfsere Menge von kohlensaurer Magnesia, aber weit weniger Phosphorsäure als im Erbsenstroh, während auch die anoxydischen Theile der beiden Kohlenarten sich dadurch unterscheiden, dafs der des Erbsenstrohs weit mehr Phosphorsäure, aber bei weitem weniger Kalkerde giebt als der des Rapsstrohs.

Beilage V.

Ueber den Kieselsäuregehalt in den Equisetaceen.

Nach dem Verbrennen der Stengel der Equisetumarten bleibt fast reine Kieselsäure zurück, und zwar wie es die mikroskopische Untersuchung zeigt, ganz von der Form der unverbrannten Stengel. Unterwirft man sie aber der Flamme des Löthrohrs, so schmilzt sie auf Kohle zu einer Kugel. Wird sie mit Wasser und darauf mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, so lösen diese sehr kleine Mengen von alkalischen Salzen, in denen Phosphorsäure enthalten ist, schwefelsaure und phosphorsaure Kalkerde auf; aber reinigt man sie vollständig auf diese Weise, so dafs endlich die Chlorwasserstoffsäure, mit welcher man das Skelett kocht, keine Spur von Kalkerde mehr zeigt, so schmilzt diese gereinigte Kieselsäure nicht mehr vor dem Löthrohre, und zeigt sich fast ganz frei von andern Bestandtheilen. Dennoch aber zeigt sie merkwürdiger Weise bei der mikroskopischen Betrachtung noch vollständig die Textur des unveränderten Stengels. Es findet hier gerade das Nämliche statt, wie es Ehrenberg bei den Infusorien mit Kieselpanzern beobachtet hat, die nach der vollständigen Zerstörung der organischen Materie durchs Verbrennen und Reinigung der geglühten Masse mit Chlorwasserstoffsäure noch vollständig die Form der lebenden Thiere behalten.

Nach den Untersuchungen, die Hr. Struve in meinem Laboratorium schon vor längerer Zeit angestellt hat ¹⁾ sind

1) *De Silicia in plantis non nullis.* Berolini, 1835.

die Rückstände der Stengel von drei Species von *Equisetum* nachdem sie beim Zutritt der Luft verbrannt, und die Asche mit Wasser und Säuren gereinigt worden war, folgendermaßen zusammengesetzt:

	Kieselsäure.	Thonerde.	Kalkerde.	Unreines Manganoxyduloxyd.
Eq. hiemale	97,52	1,7	0,69	
- limosum	94,85	0,99	1,57	1,69.
- arvense	95,43	2,556	1,64	

Eine ähnliche Bewandniß hat es mit der Epidermis der Stolonen von *Calamus Rhodan*, welche unter den Namen des spanischen Rohrs eine technische Anwendung haben. Man kann die Epidermis leicht von der Holzsubstanz durch öfters Biegen trennen, wodurch sie in spröden Stücken abspringt. Die Holzsubstanz selbst, wenn sie von der Epidermis befreit ist, hinterläßt nach dem Verbrennen sehr wenig Asche, welche kaum Spuren von Kieselsäure enthält. Die Epidermis hingegen besteht fast aus reiner Kieselsäure. Nach dem Glühen beim Zutritt der Luft wird, wie die Besichtigung mit dem Mikroskop zeigt, die Structur nicht verändert; Chlorwasserstoffsäure löst weder Thonerde, noch andere Basen auf, außer einer sehr kleinen Menge von Kalkerde. Vor dem Löhrohre schmilzt diese Kiesel-erde nicht. Nach der Reinigung mit Chlorwasserstoffsäure wurde folgende Zusammensetzung gefunden:

Kieselsäure	99,20
Kalkerde	0,45.
	<hr/> 99,65.

Auch bei der in den Umgebungen von Berlin sich findenden *Spongia lacustris* findet etwas Aehnliches statt. Wird diese Pflanze beim Zutritt der Luft geglüht, so bleibt eine Kieselsäure zurück, welche unter dem Mikroskop die Structur der Pflanze behalten hat. Auch wenn dieses Skelett vorsichtig mit Chlorwasserstoffsäure behandelt wird, wodurch etwas Kalkerde aufgelöst wird, so bleibt die Form. Es hatte dann folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	94,66
Thonerde	1,77
Kalkerde	2,99
	<hr/> 99,42.

Es muß hierbei bemerkt werden, daß es sehr unwahrscheinlich ist, daß das, was in diesen Analysen als Thonerde aufgeführt worden ist, wirklich Thonerde war. Es wurde, nach Abscheidung der Kieselsäure, aus der chlorwasserstoffsäuren Auflösung durch Ammoniak gefällt, konnte also eben so gut aus phosphorsaurer Kalkerde oder Magnesia bestehen. Thonerde ist bisjetzt in der Asche der Pflanzen noch nicht mit Sicherheit gefunden worden.

Beilagen VI und VII.

Untersuchung der unorganischen Bestandtheile des Weizens und des Weizenstrohs durch Herrn Weber.

Die zur Analyse angewandte Menge der Weizenkörner betrug 300 Grm., die des Weizenstrohs 100 Grm.

Wässriger Auszug.

Die verkohlte Masse des Weizens und des Weizenstrohs erforderte eine nicht sehr lange Zeit, um ausgewaschen zu werden. Der wässrige Auszug der Weizenkohle ging beständig trübe und von schleimiger Beschaffenheit durchs Filtrum. Die organische Materie schien nicht ganz vollständig zerstört worden zu seyn, denn als die Flüssigkeit abgedampft, und der trockne Rückstand geglüht wurde, schwärzte er sich und setzte beim Auflösen in Wasser Kohle ab. Es ist diese nicht vollständige Zerstörung der organischen Substanz dem großen Amylumgehalt der Weizenkörner zuzuschreiben. Denn es ist bekannt, wie schwer es hält, eine etwas große Menge von Amylum durch die ganze Masse hindurch vollständig zu verkohlen, besonders bei nicht sehr erhöhter Temperatur. Man findet oft, daß der innere Kern noch meistens wenig zerstört und nur braun gefärbt ist.

Der wässrige Auszug des verkohlten Weizenstrohs war eine vollkommen klare Flüssigkeit, die aber während des Abdampfens starke Häute von Kieselsäure absetzte.

Das Gewicht der zur Trocknifs gebrachten wässrigen Auszüge betrug

bei dem Weizen 1,413 Grm.

bei dem Weizenstroh 1,216 -

Die Resultate der Untersuchung waren im Hundert folgende:

	Weizen.	Weizenstroh.
Chlorkalium	—	48,09
Chlornatrium	27,05	2,84
Kali	33,64	2,17
Natron	6,37	—
Schwefelsäure	—	2,34
Phosphorsäure	31,72	—
Kieselsäure	—	44,58
	98,78.	99,92.

Die wässrigen Auszüge des Weizens und des Weizenstrohs enthalten nicht die kleinsten Mengen von kohlen-sau-ren Alkalien, wodurch sie sich wesentlich von den wässrigen Auszügen der Erbsen und des Rapses und des Strohs beider unterscheiden. Dahingegen ist in dem wässrigen Auszuge des Weizenstrohs eine sehr bedeutende Menge von Chlorkalium und von Kieselsäure enthalten. Die Anwesenheit der letzteren ist im hohen Grade auffallend. Es ist mir nicht klar, wodurch eine so große Menge der Kieselsäure im Wasser auflöslich wurde. Bei der Temperatur, welche bei der Verkohlung des Weizenstrohs angewandt wurde, konnte durch die Kieselsäure nicht Chlorwasserstoffsäure aus den alkalischen Chlormetallen mit Hülfe von Wasser ausgetrieben worden seyn, zumal da im wässrigen Auszuge außer den alkalischen Chlormetallen nur eine geringe Menge von schwefelsaurem Kali und sonst keine Kaliverbindung gefunden wurde, und ebenso wenig im chlorwasserstoffsäuren Auszuge, und auch selbst nicht in der eingeäscherten Kohle Alkalien nachgewiesen werden

konnten. — Es muß sich unter gewissen Verhältnissen eine im Wasser lösliche Verbindung von Chlorkalium und Kieselsäure bilden können. Beim Abdampfen des wässrigen Auszugs des verkohlten Weizenstrohs schied sich die Kieselsäure als Häute ab, die beim Digeriren mit Chlorwasserstoffsäure sich nicht veränderten. Diese Häute, die auch bei der Besichtigung mit dem Mikroskope keine regelmäßige Structur zeigten, bestanden aus reiner Kieselsäure, denn sie lösten sich vollständig in Fluorwasserstoffsäure auf; die Lösung gab beim Abdampfen keinen feuerbeständigen Rückstand.

In dem wässrigen Auszuge des verkohlten Weizens sind Kali und Natron mit der Phosphorsäure als ⁶ phosphorsaure Salze verbunden. Die Menge der Phosphorsäure, die der Berechnung nach dazu nöthig ist, beträgt 32,72 Proc.

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Die durch Wasser erschöpfte Kohle des Weizens und des Weizenstrohs zeigten beide beim Uebergießen mit Chlorwasserstoffsäure nicht die mindeste Kohlensäureentwicklung.

Die Gewichtssumme der gefundenen Bestandtheile betrug

beim Weizen	1,687 Grm.
beim Weizenstroh	0,474 -

Die Zusammensetzung beider Auszüge im Hundert ist folgende:

	Weizen.	Weizenstroh.
Kali	14,40	—
Natron	1,66	—
Kalkerde	4,33	46,83
Magnesia	22,35	10,56
Eisenoxyd	1,72	2,96
Phosphorsäure	54,77	33,54
Kieselsäure	0,77	6,11
	<u>100,00.</u>	<u>100,00.</u>

Alle Basen im chlorwasserstoffsäuren Auszuge des verkohlten Weizens bilden mit der Phosphorsäure ⁴phosphorsaure Salze. Die diesen Salzen entsprechende Menge von Phosphorsäure beträgt 57,20 Proc.; die Untersuchung gab nur 54,77 Proc. Es ist möglich, dafs beim Ausziehen der Kohle mit Wasser noch eine kleine Menge von Chlormetallen durch das Auflösungsmittel nicht aufgesöst worden war.

Im chlorwasserstoffsäuren Auszuge des verkohlten Strohs bestand der durch Ammoniak erzeugte Niederschlag aus $\text{Ca}^{\text{a}} \ddot{\text{P}}^{\text{a}} + \text{Fe}^{\text{2}} \ddot{\text{P}}^{\text{a}}$; die hierzu gehörige Menge von Phosphorsäure beträgt 34,60 Proc.; die Analyse gab 33,54 Proc. In der von diesem Niederschlage abfiltrirten Flüssigkeit waren noch geringe Mengen von Kalkerde und Magnesia enthalten, wohl mehr als durch das Chlorammonium von den phosphorsauren Erdsalzen aufgelöst erhalten werden kann. Sie waren an Kohlensäure gebunden, obgleich, wie schon oben angeführt, keine deutliche Entwicklung von Kohlensäure beim Uebergiessen mit Chlorwasserstoffsäure bemerkt werden konnte.

Rückständige Kohle.

Die Menge der Asche der durch Auflösungsmittel erschöpften Kohle betrug

beim Weizen	0,740 Grm.
beim Weizenstroh	2,135

Die Zusammensetzung dieser Asche im Hundert ist folgende:

	Weizen.	Weizenstroh.
Kali	22,70	—
Kalkerde	7,30	1,97
Magnesia	9,86	0,66
Eisenoxyd	1,76	1,13
Phosphorsäure	54,05	1,54
Kieselsäure	4,33	94,70
	100,00.	100,00.

Wenn man die Basen in der Asche der Weizenkohle zu ^bphosphorsauren Salzen berechnet, so bleibt noch ein Ueberschufs an Phosphorsäure, die zum Theil ^aphosphorsaure Salze gebildet hat. Die Basen erfordern 44,19 Proc. Phosphorsäure, um ^bphosphorsaure Salze zu bilden.

In der Asche des Strohs war der Hauptbestandtheil Kieselssäure. Die chlorwasserstoffsäure Auflösung der Asche gab mit Ammoniak einen Niederschlag, der aus $\text{Ca}^2 \text{P}^3 + \text{Mg}^2 \text{P} + \text{Fe}$ bestand. In der von diesem Niederschlage getrennten Flüssigkeit waren noch geringe Mengen von Kalkerde und Magnesia, vielleicht mehr, als der Auflöslichkeit der phosphorsauren Erden in einer Salmiakauflösung entspricht.

Die Untersuchung der unorganischen Bestandtheile in den Weizenkörnern ergab in ihren drei Theilen folgende Resultate.

Es wurden erhalten aus 300 Grm. des Weizens:

im wässrigen Auszuge des

verkohlten Weizens . 1,413 Grm. = 36,80 Proc.

im chlorwasserstoffsäuren

Auszuge 1,687 - = 43,93 -

in der Asche der Kohle 0,740 - = 19,27 -

3,840. 100,00.

Die unorganischen Bestandtheile im Weizen betragen also 1,28 Proc.

Die Menge der anoxydischen Substanz im Weizen ist also weit geringer als in den Erbsen und im Rapse. Während sie bei den Erbsen 55,36 Proc. und beim Raps 54,90 Proc. von den unorganischen Substanzen ausmacht, beträgt sie beim Weizen nur 19,27 Proc.

Sämmtliche unorganische Bestandtheile im Weizen aus den verschiedenen Theilen der Analyse gaben folgende Zusammenstellung im Hundert:

Phosphorsäure	50,5
Schwefelsäure	0,74
Kieselssäure	67,90
	<u>100,001</u>

		Sauerstoff.	
Chlornatrium	10,00		
Kali	23,18	3,83	9,30
Natron	3,09	0,76	
Kalkerde	3,33	0,83	
Magnesia	11,75	3,54	
Eisenoxyd	1,11	0,34	
Phosphorsäure	46,36	25,97	
Kieselsäure	1,18		
	<u>100,00.</u>		

Der Sauerstoff der Basen verhält sich zu dem der Phosphorsäure nahe wie 2 : 5. Wir haben auch gesehen, daß die phosphorsauren Salze, die in den verschiedenen Theilen der Analyse erhalten waren, pyrophosphorsaure Salze waren.

Das Weizenstroh gab an unorganischen Bestandtheilen in 100 Grm.:

im wässrigen Auszuge des			
verkohlten Weizenstrohs	1,216 Grm.	=	31,79 Proc.
im chlorwasserstoffsauren			
Auszuge	0,474	-	= 13,39 -
in der Asche der Kohle .	2,135	-	= 55,82 -
	<u>3,825.</u>		<u>100,00.</u>

Die unorganischen Bestandtheile im Weizenstroh betragen also 3,825 Proc.

Sämmtliche unorganische Bestandtheile im Weizenstroh gaben folgende Zusammenstellung im Hundert:

		Sauerstoff.	
Chlorkalium	15,13		
Chlornatrium	0,89		
Kali	0,68	0,11	3,00
Kalkerde	6,93	1,94	
Magnesia	1,69	0,65	
Eisenoxyd	0,99	0,30	
Phosphorsäure	5,05	2,82	3,28
Schwefelsäure	0,74	0,44	
Kieselsäure	<u>67,90</u>		
	<u>100,00.</u>		

Die Resultate der Untersuchung des Weizens des Hrn. Weber stimmen mit denen von Will und Fresenius erhaltenen, weniger mit denen von Schmidt überein, weichen aber sehr von denen von Bichon ab, der eine sehr grofse Menge von Natron und nur eine kleine von Kali gefunden hat. In allen diesen Analysen aber finden sich keine alkalischen Chlormetalle, was der Methode der totalen Einäscherung zuzuschreiben ist ¹⁾).

Die unorganischen Bestandtheile des Weizens unterscheiden sich von denen des Raps durch den gröfseren Gehalt an alkalischen Chlormetallen, die im Rapse fast ganz fehlen, in den Erbsen hingegen enthalten sind. Sonst kommen sie in den drei Saamen darin überein, dafs sie alle aus phosphorsauren Alkalien und Erden bestehen.

Die unorganischen Bestandtheile im Weizenstroh unterscheiden sich von denen des Erbsen- und des Rapsstrohs durch den auferordentlich grofsen Gehalt an Kieselsäure, der in dem Stroh aller Gräser sehr bedeutend ist, und auferdem noch durch den bedeutenden Gehalt an alkalischen Chlormetallen, und den gänzlichen Mangel an kohlensaurer Salzen.

Es gehört, aber nur scheinbar, wie schon oben erwähnt worden ist, das Weizenstroh zu den meroxydischen Substanzen. Zieht man aber den grofsen Gehalt an Kieselsäure, welche als völlig oxydirt im Stroh angenommen werden mufs, von den anoxydischen Bestandtheilen ab, so bleibt nur eine so geringe Menge derselben übrig, dafs wir das Weizenstroh eine fast teleoxydische Substanz nennen können.

Beilage VIII.

Untersuchung der unorganischen Bestandtheile des Ochsenbluts durch Herrn Weber.

Das Blut wurde ohne das Serum von dem Kuchen zu trennen, auf die gewöhnliche Weise verkohlt.

1) Jonrn. für prakt. Chem. Bd. 38. S. 40.

Wässriger Auszug.

Das verkohlte Blut liefs sich auferordentlich schwer durch Wasser ausziehen. Diefs ist fast immer der Fall, wenn in der verkohlten Masse die Menge der alkalischen Chlormetalle sehr bedeutend ist. Es mufste das Auswaschen der verkohlten Masse vierzehn Tage hintereinander fortgesetzt werden, aber dennoch gab das Waschwasser nach dieser Zeit noch eine, wiewohl höchst schwache Opalisirung mit salpetersaurem Silberoxyd bei einem Zusatz von Salpetersäure.

Das Gewicht des zur Trocknifs abgedampften wässrigen Auszugs der verkohlten Masse einer nicht gewogenen Menge des Oc senbluts betrug 3,920 Grm. Diese waren im Hundert folgendermafsen zusammengesetzt:

Chlornatrium	59,31
Natron	14,67
Kali	11,91
Phosphorsäure	0,53
Schwefelsäure	0,36
Kohlensäure	13,01
	<hr/> 99,79.

Diese Bestandtheile können zu folgenden Salzen gepaart werden.

Na Cl	59,31
K S	0,78
K ³ P	1,58
K C	15,31
Na C	19,67
Na H	4,05
	<hr/> 100,70.

Die kleine Menge des freien Alkali's, welche von der Einwirkung der Kohle auf kohlensaures Alkali herrührt, und das als Natronhydrat berechnet worden ist, hätte wohl besser als kohlensaures Alkali berechnet werden sollen.

Chlor-

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Das Gewicht des zur Trocknifs abgedampften Auszugs betrug 0, 533 Grm.; die Summe der gefundenen Bestandtheile aber nur 0,389 Grm. Die Untersuchung gab folgende Bestandtheile:

Natron	41,39
Kali	12,60
Kalkerde	6,95
Magnesia	4,10
Eisenoxyd	21,60
Phosphorsäure	13,36
	<hr/> 100,00.

Sehr auffallend ist die große Menge des Alkalis in diesem chlorwasserstoffsauren Auszuge. Sie ist viel zu bedeutend, um die Annahme zu gestatten, daß die Alkalien in Verbindung mit Phosphorsäure mit den phosphorsauren Erdsalzen im Wasser unlösliche Doppelsalze hätten bilden können. Auch reicht die Menge der gefundenen Phosphorsäure gerade hin, um mit der Kalkerde $\text{Ca}^2 \text{P}^3$, und mit Magnesia $\text{Mg}^2 \text{P}$ zu bilden. Die berechnete Menge hierzu beträgt 13,62 Proc.; die gefundene Menge ist 13,36 Proc. Wahrscheinlich sind die Alkalien als Chlormetalle in der mit Wasser ausgewaschenen verkohlten Masse enthalten gewesen, und der Einwirkung des Wassers entgangen. Es ist dies um so mehr zu vermuthen, als die Summe der gefundenen Bestandtheile im chlorwasserstoffsauren Auszuge, wenn die Alkalien als solche darin angenommen werden, nur 0,389 Grm. betrug, die unmittelbare Bestimmung des zur Trocknifs abgedampften Auszugs aber 0,533 Grm. ergab

Rückständige Kohle.

Die Menge der Asche der durch Auflösungsmittel erschöpften Kohle betrug 2,128 Grm. Sie war im Hundert zusammengesetzt aus:

Kali	7,94
Natron	47,22
Kalkerde	4,09
Magnesia	1,46
Eisenoxyd	16,69
Phosphorsäure	18,37
Schwefelsäure	0,61
Kieselsäure	3,62
	<u>100,00.</u>

Der Gehalt an Phosphorsäure ist zu gering, um mit den Erden und Alkalien phosphorsaure Salze zu geben; noch weniger kann das Eisenoxyd als an Phosphorsäure gebunden angenommen werden.

Die Gewichtsmengen der durch die verschiedenen Theile der Untersuchung erhaltenen unorganischen Bestandtheile im Ochsenblute sind folgende:

im wässrigen Auszüge des ver-		
kohlten Bluts	3,920 Grm.	= 60,90
im chlorwasserstoffsauren Auszüge	0,389	- 6,04
in der Asche der Kohle	2,128	- 33,06
	<u>6,437</u>	<u>100,00.</u>

Die Gewichtsmengen sämtlicher unorganischer Bestandtheile im Blute im Hundert sind folgende:

		Sauerstoff.	
Chlornatrium	36,16		
Natron	27,08	6,92	10,58
Kali	10,66	1,80	
Kalkerde	1,77	0,49	
Magnesia	0,73	0,28	
Eisenoxyd	6,84	1,09	
Phosphorsäure	7,21	4,03	10,62
Schwefelsäure	0,42	0,25	
Kohlensäure	7,94	5,73	
Kieselsäure	1,19	0,61	
	<u>100,00.</u>		

Die Resultate der Untersuchung des Herrn Weber

stimmen nicht mit denen, die Herr Verdeil erhalten hat ¹⁾. Auch die Analysen von Enderlin ²⁾, der aber nicht das Ochsenblut der Untersuchung unterworfen hat, sind damit nicht gut in Uebereinstimmung zu bringen. Kieselsäure ist schon früher von Henneberg im Hühnerblute ³⁾ angegeben worden, aber bei einer Wiederholung der Untersuchung nicht wieder gefunden ⁴⁾.

Das Blut ist eine meroxydische Substanz. Der teleoxydische Theil im Blut ist nur scheinbar gröfser, als der anoxydische, da im erstern eine so grofse Menge von alkalischen Chlormetallen enthalten ist, die wohl eigentlich nicht zum teleoxydischen Theile gerechnet werden dürfen.

Man hat schon vor längerer Zeit darauf aufmerksam gemacht, dafs die unorganischen Bestandtheile des Blutes wesentlich mit denen mehrerer Saamen, namentlich der Hülsenfrüchte und der Getreidearten übereinstimmen. Diefs ist indessen doch nur zum Theil wahr. Wir haben gesehen, dafs die unorganischen Bestandtheile des Weizens fast nur, abgesehen von einem bedeutenden Gehalt an Chlornatrium, aus pyrophosphorsauren Salzen bestehen. Die unorganischen Bestandtheile der Erbsen und des Rapses, welche hinsichtlich des Gehaltes an alkalischen Chlormetallen von einander abweichen, stimmen doch im Allgemeinen darin überein, dafs der Sauerstoff sämmtlicher Basen ungefähr halb so grofs ist, als der der Säuren. In den unorganischen Bestandtheilen des Blutes aber sind die Basen mit weit geringeren Mengen von Säuren verbunden, so dafs der Sauerstoff der Basen dem der Säuren ungefähr gleich ist. Es ist besonders eine weit geringere Menge von Phosphorsäure bei einer bedeutenderen Menge von Eisenoxyd im Blut, als in den Saamen der Hülsenfrüchte und der Getreidearten.

1) Liebigs Ann. Bd. 69, S. 89.

2) Ebend. Bd. 67, S. 304.

3) Ebend. Bd. 61, S. 255.

4) Ebend. Bd. 66, S. 112.

Beilage IX.

Untersuchung der unorganischen Bestandtheile des
Pferdefleisches durch Herrn Weber.

Es wurden die Muskeln des Vorderarms von einem mageren Pferde angewandt. Sie waren unmittelbar nach der Tödtung des Thieres ganz frisch und noch warm von allem Blute auf das Sorgfältigste durch Herrn Gurlt auf der hiesigen Thierarzneischule gereinigt worden. Die Reinigung geschah durch Einspritzung erst von lauwarmen, dann von kaltem destillirtem Wasser in die arteria brachialis, so lange, bis das Wasser vollkommen ungefärbt aus den Venen herausdrang.

Das Fleisch wurde erst so lange erhitzt, bis das Wasser so viel wie möglich verjagt war, und dann auf die gewöhnliche Weise verkohlt.

Wässriger Auszug.

Das Gewicht des bis zur Trockniss abgedampften wässrigen Auszugs, in welchem keine kohlensaure Alkalien enthalten waren, betrug 3,090 Grm. Er war im Hundert zusammengesetzt aus:

Chlornatrium	3,43
Kali	48,19
Natron	5,18
Phosphorsäure	41,68
Schwefelsäure	0,71
	<hr/> 99,19.

Diese Bestandtheile geben folgende Salze

Na Cl	3,43
K ² P	83,27
Na ² P	11,10
K S	1,52
	<hr/> 99,32.

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Die Gewichtssumme der gefundenen Bestandtheile betrug

1,262 Grm. Die Untersuchung gab folgende Zusammensetzung:

Kali	26,47
Natron	4,36
Kalkerde	6,02
Magnesia	12,20
Eisenoxyd	3,96
Phosphorsäure	46,99
	<hr/> 100,00.

Wenn man annimmt, daß die Phosphorsäure pyrophosphorsaure Salze mit den Basen bildet, so erhält man folgendes berechnetes Resultat:

$\text{Ca}^2 \text{P}$	13,64
$\text{Mg}^2 \text{P}$	33,27
$\text{Fe}^2 \text{P}^3$	1,22
$\text{Ka}^2 \text{P}$	30,14
K	9,28
Na	4,45
	<hr/> 100,00.

Nimmt man aber an, daß die Alkalien gemeinschaftlich mit den Erden, die Magnesia ausgenommen, phosphorsaure Salze bilden, so ist das Resultat folgendes:

$\text{K}^3 \text{P}$	39,82
$\text{Na}^3 \text{P}$	7,66
$\text{Ca}^3 \text{P}$	11,35
$\text{Mg}^2 \text{P}$	33,27
$\text{Fe} \text{P}$	7,50
	<hr/> 99,60.

Die Menge der Phosphorsäure, welche der Berechnung nach erforderlich ist, beträgt 46,61 Proc. Die Analyse gab 46,99 Proc.

Rückständige Kohle.

Die Menge der Asche der durch Auflösungsmittel er-

schöpften Kohle betrug 2,866 Grm. Sie war im Hundert folgendermaßen zusammengesetzt:

Kali	36,64
Natron	4,71
Kalkerde	1,88
Magnesia	4,36
Eisenoxyd	0,76
Phosphorsäure	51,65
	<hr/> 100,00.

Der in der chlorwasserstoffsäuren Auflösung durch Ammoniak erzeugte Niederschlag bestand nach dem Glühen aus $\text{Ca}^2 \ddot{\text{P}} + \text{Mg}^2 \ddot{\text{P}} + \text{Fe}$. Die dazu erforderliche Menge von Phosphorsäure beträgt 9,87 Proc.; die Analyse gab genau dieselbe Quantität. Die übrig bleibenden 41,79 Proc. Phosphorsäure sind weder ganz als pyrophosphorsaure, noch als metaphosphorsaure Salze mit den Alkalien verbunden gewesen. Für den erstern Fall ist die Menge dieser Phosphorsäure zu groß, für den letztern Fall zu klein.

Die Gewichtsmengen der durch die Untersuchung erhaltenen unorganischen Bestandtheile im Pferdefleisch sind folgende:

im wässrigen Auszuge des ver-			
kohlten Fleisches . . .	3,090	Grm.	= 42,81 Proc.
im chlorwasserstoffsäuren			
Auszuge	1,262	-	= 17,48 -
in der Asche der Kohle .	2,866	-	= 39,71 -
	<hr/> 7,218		<hr/> 100,00.

Die Gewichtsmengen sämtlicher unorganischer Bestandtheile im Pferdefleische im Hundert sind folgende:

		Sauerstoff.	
Chlornatrium	1,47	—	
Kali	39,95	6,77	} 10,31
Natron	4,86	1,24	
Kalkerde	1,80	0,50	
Magnesia	3,88	1,50	
Eisenoxyd	1,00	0,30	} 26,36
Phosphorsäure	46,74	26,19	
Schwefelsäure	0,30	0,17	
		<hr/> 100,00.	

Der Sauerstoff der Basen verhält sich zu dem der Phosphorsäure wie 2:5. Die unorganischen Bestandtheile im Ganzen haben also ganz die Zusammensetzung der pyrophosphorsäuren Salze.

In dieser Hinsicht hat die Zusammensetzung der unorganischen Bestandtheile des Fleisches die größte Analogie mit denen des Weizens, und weicht nur durch eine weit geringere Menge von alkalischen Chlormetallen ab.

Wie das Blut, so scheint auch das Fleisch eine meroxydische Substanz zu sein. Obgleich aber Fleisch und Blut hinsichtlich ihrer organischen Bestandtheile in chemischer Hinsicht nahe stehen, so haben sie doch hinsichtlich ihrer unorganischen Bestandtheile wenig Aehnlichkeit miteinander.

Wasser und Chlorwasserstoffsäure ziehen bedeutende Mengen von phosphorsäuren Salzen aus dem verkohlten Fleische. Aus dem verkohlten Blute hingegen wird zwar durch Wasser auch eine bedeutende Menge von Salzen ausgezogen; diese bestehen aber fast nur aus alkalischen Chlormetallen und aus kohlensäuren Alkalien mit nur sehr geringen Mengen von schwefelsäuren und phosphorsäuren Alkalien. Was den chlorwasserstoffsäuren Auszug der durch Wasser erschöpften Blutkohle betrifft, so enthält derselbe so wenige Bestandtheile, daß man füglich annehmen kann, dieselben rühren theils von einem nicht ganz vollständigen Auswaschen durch Wasser her, theils auch davon, daß bei der Verkohlung des Bluts der Zutritt der Luft nicht ganz vollständig abgehalten und eine geringe Menge des anoxydischen Theils des Bluts oxydirt worden sey.

Ist dies der Fall, und nimmt man an, daß die alkalischen Chlormetalle und die kohlensäuren Alkalien nicht zu denjenigen Bestandtheilen des Bluts gehören, deren unorganische Theile aus phosphorsäuren Salzen im oxydirten und desoxydirten Zustande bestehen, so würden diese Bestandtheile des Bluts die phosphorsäuren Salze in einem ganz desoxydirten Zustande enthalten. Es sind dies vielleicht die Proteinsubstanzen des Bluts, die sich dann von

denen des Fleisches dadurch unterscheiden würden, daß jene anoxydische, diese meroxydische Körper sind.

In Zukunft wird man vielleicht die Namen anoxydische, meroxydische und teleoxydische Substanzen nur auf die Körper beziehen, deren unorganische Bestandtheile wesentlich aus phosphorsauren Salzen im desoxydirten, theilweise oxydirten und ganz oxydirten Zustande bestehen. Dann wird man das Blut eine anoxydische, das Fleisch jedenfalls aber eine meroxydische Substanz nennen.

Beilagen X und XI.

Untersuchung der unorganischen Bestandtheile in den festen und flüssigen Excrementen des Menschen durch Herrn Fleitmann.

Die Zusammensetzung der Asche der Faeces und des Harnes wird nach der Verschiedenheit der genossenen Speisen verschieden seyn. Diefs muß besonders von der Analyse der Faeces gelten, auf deren Natur und Beschaffenheit nicht nur die Quantität der genossenen Nahrung, sondern auch die Lebensweise des Individuums, von dem sie stammen, von Einfluß ist. Eine vereinzelte Analyse der Asche des einen oder des andern Excrements bei welcher zugleich keine Vergleichung mit den unorganischen Bestandtheilen in der Nahrung stattfinden kann, muß im Allgemeinen nur von geringem physiologischen Interesse seyn, aber sie kann uns doch über das Verhältniß der völlig oxydirten zu den nicht oxydirten unorganischen Bestandtheilen belehren.

Aber eine vergleichende Untersuchung der unorganischen Bestandtheile der Faeces und des Harnes kann uns belehrende Aufschlüsse über die Quantitäten in beiden geben, wenn sie in den Excrementen bestimmt werden, die in einem und demselben Zeitraum aus dem Körper entleert werden. Eine solche Vergleichung ist meines Wissens nach noch nicht angestellt, und sie hat, wie wir sehen werden, ein überraschendes Resultat gegeben. Man wird die in einem gewissen Zeitraum entleerten flüssigen und festen Excre-

mente um so eher als sich wirklich entsprechend zu betrachten berechtigt seyn, je gröfser dieser Zeitraum ist. Die gleichzeitig entleerten Excremente von einer kurzen Zeit werden ganz verschiedenen Speisen angehören.

Es wurden deshalb die während vier Tage gleichzeitig entleerten Excremente der einen und der andern Art von einem gesunden jungen Manne, von 20 Jahren, behutsam gesammelt. Derselbe führte während der Dauer des Versuchs eine sehr mäfsige Diät, wählte zu seiner Nahrung hauptsächlich Fleischspeisen und möglichst wenig vegetabilische Substanzen. Er enthielt sich des Genusses geistiger Getränke, nahm überhaupt während der Zeit wenig Flüssigkeit zu sich, und machte sich viel körperliche Bewegung.

Untersuchung der festen Excremente.

Die Menge derselben, bei 100° C. getrocknet, betrug nur 104,10 Grm. Sie wurden auf die gewöhnliche Weise verkohlt.

Wäflriger Auszug.

Derselbe zur Trocknifs abgedampft, gab einen Rückstand von 1,933 Grm. Er bestand im Hundert aus:

Chlornatrium	3,15
Chlorkalium	0,37
Kali	27,81
Kalihydrat	54,18
Phosphorsäure	6,75
Schwefelsäure	1,57
Kieselsäure	0,52
Kohlensäure	5,65

100,00.

Die große Menge des Kalihydrats ist durch Einwirkung der Kohle auf das kohlen saure Alkali erzeugt worden.

Als Salze berechnet erhält man folgende Zusammenstellung:

Na Cl	3,15
K Cl	0,37
K ³ P	20,13
K S	3,41
K Si	1,05
K C	17,71
K H	54,18
	<hr/> 100,00.

Bei der Verkohlung keiner organischen Substanz, selbst nicht bei der des Rapses, ist eine so große Menge von Kalihydrat im wässrigen Auszuge der verkohlten Masse gefunden worden, wie bei dieser Untersuchung. Eine Kohlensäure-Bestimmung von einem Theile des wässrigen Auszugs, nachdem sie längere Zeit der Luft ausgesetzt worden war, gab 21,19 Proc. Kohlensäure. Wäre alles freie Kali mit Kohlensäure verbunden gewesen, so hätten 26,82 Proc. erhalten werden müssen.

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Chlorwasserstoffsäure löste aus der verkohlten Masse eine beträchtliche Menge von Salzen auf, bei weitem mehr, als das Wasser. Die Gewichtssumme der gefundenen Bestandtheile betrug 6,493 Grm.

Die Zusammensetzung im Hundert ist:

Kali	10,22
Natron	1,06
Kalkerde	31,32
Magnesia	13,98
Phosphorsäure	41,69
Schwefelsäure	0,18
Kieselsäure	0,23
Eisenoxyd	1,32

100,00 oder

$\text{Ca}^3 \text{P}$	56,98
$\text{K}^3 \text{P}$	15,38
$\text{Na}^3 \text{P}$	1,87
$\text{Mg}^3 \text{P}$	18,30
Ca S	0,31
Ca Si	0,36
Mg	5,48
Fe	1,32
	<u>100,00.</u>

Die Magnesia muß wohl als kohlensaure Magnesia in der verkohlten Masse enthalten gewesen seyn.

Rückständige Kohle.

Diese gab beim Einäschern noch einen beträchtlichen Rückstand, dessen Hauptbestandtheil aber Sand war, der als solcher schon in den Excrementen und größtentheils auch wohl in den genossenen Nahrungsmitteln existirte. Außerdem aber hatte der Jüngling beim Spazierengehen während heißer und trockner Sommertage in den Gefilden in der Nähe von Berlin, deren Sand durch einen leisen Wind leicht bewegt wird, sandigen Staub einschlucken müssen, der durch den Körper geführt, in den Excrementen sich wiederfand.

Der eingäscherte Rückstand betrug 1,996 Grm. Er bestand im Hundert aus:

Kali	4,83
Natron	0,42
Kalkerde	9,66
Magnesia	10,24
Eisenoxyd	6,61
Phosphorsäure	19,61
Schwefelsäure	3,77
Kieselsäure	6,25
Sand	38,61
	<u>100,00.</u>

Berechnet man diese Bestandtheile zu Salzen, so erhält man:

$K^3 P$ 7,25

$Na^3 P$ 0,77

$Ca^3 P$ 12,78

$Mg^3 P$ 20,66

$Ca S$ 6,45

Mg 0,62

Fe 6,61

Si 6,25

Sand 38,61

100,00.

In den Excrementen sind also die phosphorsauren Salze als phosphorsaure enthalten, und es sind immer so viel Basen vorhanden, daß drei Atome derselben mit einem der Phosphorsäure verbunden sind.

In dem wässrigen Auszuge ist die größte Menge des Kali's mit Kohlensäure verbunden, oder vielmehr als freies Kali vorhanden gewesen, in den Excrementen selbst aber war das Alkali mit einer organischen Substanz verbunden, die die Rolle einer Säure vertrat. Da die festen Excremente vorzugsweise die oxydirten Salze wegführen, welche im Wasser nicht löslich sind, während der Harn die im Wasser löslichen Salze mit sich nimmt, so sind in dem chlorwasserstoffsäuren Auszuge der verkohlten Masse die meisten unorganischen Bestandtheile der festen Excremente enthalten. Die durch Auflösungsmittel erschöpfte verkohlte Masse der Excremente hinterließ zwar bei der Einäscherung einen nicht ganz unbedeutenden Rückstand, dessen Hauptbestandtheil indessen Sand und Kieselsäure war, die als solche schon in den Excrementen existirten. Die übrigen Bestandtheile der Asche der Kohle müssen durch die Oxydation entstanden seyn. Es ist besonders die große Menge von phosphorsaurer Magnesia in dieser Asche bemerkenswerth.

sche
oxy
wah
völl
sem
die
tele
I
Natr
in d
Man
der
Gall
dern
schei
I
theil
tion
stellu

B
hydra

Man ersieht aber, wie gering die Menge der unorganischen Bestandtheile in den Excrementen ist, welche im nicht oxydirten Zustand darin enthalten sind, und es ist sehr wahrscheinlich daß diese wenigstens größtentheils von nicht völlig verdauten Nahrungsmitteln herrühren können. Diesem Umstande allein ist es daher wohl zuzuschreiben, daß die untersuchten festen Excremente nicht eine vollkommene teleoxydische Substanz waren.

Ein merkwürdiger Umstand ist die geringe Menge der Natronsalze gegen die der Kalisalze. Es ist bekannt, daß in der Galle gerade das umgekehrte Verhältniß stattfindet. Man kann wenigstens weiter unten ersehen, daß die Menge der Kalisalze in der Galle sehr gering ist. Das Natron der Galle geht daher nicht durch die festen Excremente, sondern durch den Harn ab, was sehr merkwürdig zu seyn scheint.

Berechnet man die Menge aller unorganischen Bestandtheile in den Excrementen, welche durch die drei Operationen erhalten wurden, so erhält man folgende Zusammenstellung:

Chlorkalium	0,07
Chlornatrium	0,58
Kali	12,44
Kalihydrat	10,05
Natron	0,75
Kalkerde	21,36
Magnesia	10,67
Eisenoxyd	2,09
Phosphorsäure	30,98
Schwefelsäure	1,13
Kieselsäure	1,44
Kohlensäure	1,05
Sand	7,39
	<hr/> 100,00.

Bei dieser Zusammenstellung hätte wohl für das Kalihydrat ein Aequivalent von kohlensaurem Kali gesetzt wer-

den müssen, da das Kalihydrat offenbar durch Zersetzung des kohlensauren Kalis entstanden ist.

Vereinigt man die Basen mit den Säuren so ist die Zusammenstellung folgende:

K Cl	0,07
Na Cl	0,58
K ³ P	14,70
Na ³ P	1,32
Ca ³ P	37,95
Mg ³ P	15,36
K S	0,63
K Si	0,20
Ca S	1,43
Ca Si	0,23
K C	3,28
K H	10,05
Fe Si (?)	3,28
Mg	3,53
Sand	7,39
	<hr/>
	100,00.

Untersuchung des Harns.

Die Masse des abgedampften Harns, bei 100° C. getrocknet, konnte schwer dem Gewichte nach bestimmt werden. Sie wurde daher auf die gewöhnliche Weise verkohlt.

Wässriger Auszug.

Dieser enthält die allergrößte Menge der unorganischen Bestandtheile des Harns. Sie betrug von dem Harne, der während der vier Tage aus dem Körper entleert wurde, nicht weniger als 54,148 Grm. Diese waren im Hundert zusammengesetzt aus:

Chlornatrium	62,78
Chlorkalium	9,89
Kali	15,40
Magnesia	0,32
Phosphorsäure	8,92
Schwefelsäure	2,69
	<u>100,00.</u>

oder aus:

Na Cl	62,78
K Cl	9,89
K S	5,87
K ² P	16,12
K ³ P	4,55
Mg ² P	0,42
Mg ³ P	0,37
	<u>100,00.</u>

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Derselbe betrug nur 5,085 Grm. Er bestand aus:

Natron	19,22
Kali	2,96
Kalkerde	17,66
Magnesia	13,65
Phosphorsäure	41,51
Schwefelsäure	1,86
Kieselsäure	2,76
Eisenoxyd	0,38
	<u>100,00.</u>

oder aus:

Na ³ P	33,83
K ³ P	4,45
Ca ³ P	29,99
Mg ³ P	21,98
Ca S	3,18
Mg Si	6,19
Fe	0,38
	<u>100,00.</u>

Rückständige Kohle.

Diese, nachdem sie durch Wasser und Chlorwasserstoffsäure erschöpft worden war, hinterließ nach dem Verbrennen eine höchst geringe Menge von Asche, nur 0,352 Grm. Hiervon ist ein Hauptbestandtheil Kieselsäure, die schon völlig oxydirt im Harne enthalten war; die Menge derselben betrug 0,156 Grm. Das übrige war fast nur phosphorsaure Magnesia. Es ist schon oben die Vermuthung geäußert worden, daß diese geringe Menge von unorganischen Bestandtheilen schon völlig oxydirt im Harne enthalten, und der Auflösung in Chlorwasserstoffsäure entgangen war, vielleicht weil die Magnesia eine Verbindung mit Kieselsäure gebildet hatte, die der Einwirkung der verdünnten Chlorwasserstoffsäure widerstand.

Nimmt man dies an, so sind alle unorganische Bestandtheile im Harne im völlig oxydirten Zustande enthalten. Derselbe ist eine vollkommen teleoxydische Substanz. Auch Heintz ¹⁾ hat schon vor einiger Zeit gefunden, daß die durch Auflösungsmittel erschöpfte Kohle des Harnes beim Verbrennen keine Asche hinterläßt.

Stellt man die Resultate der verschiedenen Untersuchungen zusammen, so erhält man folgende Mengen der unorganischen Bestandtheile in der verkohlten Masse des abgedampften Harnes:

Na Cl	57,03
K Cl	8,99
$\text{Na}^3 \text{P}$	2,90
$\text{K}^3 \text{P}$	4,53
$\text{K}^2 \text{P}$	4,65
$\text{Ca}^3 \text{P}$	2,57
$\text{Mg}^3 \text{P}$	2,57
$\text{Mg}^2 \text{P}$	0,37
K S	5,33
Ca S	0,27
Mg, Fe u. Si	0,79
	<u>100,00.</u>

Man

1) Pogg. Ann. Bd. 72, S. 117.

Man muß diese Mengen der unorganischen Stoffe nicht mit denen vergleichen, die im nicht verkohlten Harn enthalten sind. In dem nicht zerstörten Harn sind die Basen zum Theil an organische Säuren gebunden; diese Salze können sich zwar durchs Verkohlen des abgedampften Harns in kohlen saure Salze verwandeln, deren Kohlensäure aber durch die Phosphorsäure der zweibasischen phosphorsauren Salze ausgetrieben wird. Es entstehen dadurch die dreibasischen phosphorsauren Salze, die als solche gewiß nicht im Harn enthalten seyn können, und schon deshalb nicht, weil derselbe sauer reagirt.

Es ist interessant, die Mengen der unorganischen Bestandtheile in den festen und flüssigen Excrementen zu vergleichen, die in einem und demselben Zeitraum aus dem Körper entleert werden. In den während der Dauer von vier Tagen entleerten Excrementen sind in den festen 10,422 Grm., in den flüssigen 59,585 Grm. davon enthalten gewesen. Ich glaube nicht, daß man dieses auffallende Resultat a priori würde vermuthet haben. Der Unterschied wird noch etwas auffallender, wenn man von den unorganischen Bestandtheilen der festen Excremente den Sand abzieht, den man doch nur für eine zufällige Einmischung halten kann.

Vergleicht man die unorganischen Bestandtheile in den festen und flüssigen Excrementen, welche während der Dauer eines Tages entleert wurden, so erhält man folgende Zusammenstellung:

	Harn.	Faeces.
Chlornatrium	8,9243 Grm.	0,0167 Grm.
Chlorkalium	0,7511 -	-
Natron	—	0,0185 -
Kali	2,4823 -	0,5455 -
Kalkerde	0,2245 -	0,5566 -
Magnesia	0,2415 -	0,2781 -
Eisenoxyd	0,0048 -	0,0544 -
Phosphorsäure	1,7598 -	0,8072 -
Schwefelsäure	0,3864 -	0,0293 -
Kieselsäure	0,0691 -	0,0375 -
	<u>14,8438</u>	<u>2,3438.</u>

Wird der Sand bei der Asche der Faeces nicht in Rechnung gebracht, wie dieß bei dieser Zusammenstellung geschehen ist, so ist die Masse der unorganischen Bestandtheile in dem Harne mehr als $6\frac{1}{2}$ mal größer als die in den festen Excrementen.

Wenn der Mensch möglichst wenig Wasser oder andere Getränke zu sich nimmt, so ist auch der Wassergehalt im Harne, ungeachtet des vollkommen flüssigen Aggregatzustandes, und in den festen Excrementen, auch wenn diese von ganz normaler Beschaffenheit sind, nicht außerordentlich verschieden. Es ist aber die Quantität der organischen Substanz in den festen Excrementen bei weitem bedeutender, als im Harne.

Die Gewichtsmengen der durch die verschiedenen Theile der Untersuchung erhaltenen unorganischen Bestandtheile in den festen und flüssigen Excrementen sind folgende:

In den festen Excrementen sind enthalten:

im wässrigen Auszuge der ver-	
kohlten Excremente	1,933 Grm. = 18,55 Proc.
im chlorwasserstoffs. Auszuge	6,493 - = 62,30 -
in der Asche der Kohle	1,996 - = 19,15 -
	<hr/> 10,422 <hr/> 100,00 -

In den flüssigen Excrementen sind enthalten;

im wässrigen Auszuge des ver-	
kohlten Harns	54,148 Grm. = 90,87 Proc.
im chlorwasserstoffs. Auszuge	5,085 - = 8,54 -
in der Asche der Kohle	0,352 - = 0,59 -
	<hr/> 59,585 <hr/> 100,00 -

Beilage XII.

Untersuchung der unorganischen Bestandtheile in der Galle (des Ochsen) durch Herrn Weidenbusch.

Der Inhalt der Gallenblase ist bekanntlich sehr verschieden, nicht nur hinsichtlich des Gewichts, sondern auch hinsichtlich der Farbe und Consistenz. Das Gewicht des Inhalts einer Gallenblase des Ochsen wechselte von 189 Grm. bis 738 Grm., die Farbe war bald dunkelgrün, bald hell-

grün; bald war die Consistenz die eines dünnen Syrups, bald die vom Eiweiß.

Es wurde zur Untersuchung der Inhalt von vier Gallenblasen, an Gewicht 2080 Grm. angewandt, die auf die gewöhnliche Weise verkohlt wurden.

Wässriger Auszug der verkohlten Masse.

Zur Trocknifs abgedampft betrug derselbe 16,0182 Grm. Er bestand im Hundert aus:

Chlornatrium	28,77
Kali	4,51
Natron	35,79
Phosphorsäure	8,55
Schwefelsäure	4,81
Kohlensäure	11,70
Kieselsäure	0,26
	<hr/>
	94,39.

oder aus:

Na Cl	28,77
Na ³ P	14,51
K ³ P	6,78
Na S	8,55
Na C	28,27
Na H	9,34
Si	0,26
	<hr/>
	96,48.

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Derselbe enthielt nur eine geringe Menge feuerbeständiger Bestandtheile, im Verhältniß zu dem des wässrigen Auszugs. Die Gewichtssumme der gefundenen Bestandtheile betrug nur 0,869 Grm.

Die Zusammensetzung derselben war:

Kali	3,70
Natron	11,50
Kalkerde	27,00
Magnesia	7,41
Eisenoxyd	4,21
Manganoxyd-Oxydul	2,11
Phosphorsäure	41,63
Kieselsäure	2,41
	<hr/> 99,97.

oder aus:

$K^a P$	5,56
$Na^a P$	20,25
$Ca^a P$	49,81
$Mg^a P$	14,71
Mg	0,69
Fe	4,20
Mn Mn	2,11
Si	2,41
	<hr/> 100,00.

Rückständige Kohle.

Sie gab merkwürdiger Weise nur eine geringe Menge von phosphorsauren, dahingegen eine große Menge von schwefelsauren Salzen, die sonst nicht bei andern organischen Substanzen in der Asche der durch Auflösungsmittel erschöpften Kohle gefunden wurden. Die Asche betrug nur 0,744 Grm., und war zusammengesetzt aus:

Kali	6,71
Natron	40,49
Kalkerde	2,45
Magnesia	4,01
Eisenoxyd	0,80
Phosphorsäure	3,89
Schwefelsäure	41,63
	<hr/> 99,98.

Der Schwefel kann in der durch Auflösungsmittel erschöpften Kohle der Galle als ein ähnlicher Bestandtheil von zusammengesetzten Radicalen angenommen werden, wie dieß in der Kohle anderer organischer Substanzen beim Phosphor angenommen worden ist. Aber in dieser Kohle ist der Schwefelgehalt weit größer, als er sich durch Berechnung aus der erhaltenen Schwefelsäure ergeben würde. Ein sehr großer Theil verflüchtigt sich bei der Oxydation. Mengt man die Kohle mit salpetersaurer Baryterde, und glüht das Gemenge, so bekommt man so viel schwefelsaure Baryterde, daß der Gehalt der Schwefelsäure in derselben um fast 30 Procent höher ausfällt, als der durch bloße Oxydation der Kohle erhaltene.

Die Gewichtsmengen, der bei den verschiedenen Theilen der Untersuchung erhaltenen unorganischen Bestandtheile in der Ochsen-galle sind folgende:

Es waren enthalten im wässrigen Auszuge der verkohl-	
ten Ochsen-galle . . .	16,018 Grm. = 90,85 Proc.
im chlorwasserstoffs. Auszuge	0,869 - = 4,93 -
in der Asche der Kohle .	0,744 - = 4,22 -
	<hr/>
	17,631 100,00.

Die Gewichtsmengen sämtlicher unorganischer Bestandtheile in der Ochsen-galle sind folgende:

		Sauerstoff.	
Chlorkalium	27,70	—	
Kali	4,80	0,81	10,90
Natron	36,73	9,39	
Kalkerde	1,43	0,40	
Magnesia	0,53	0,20	
Eisenoxyd	0,23	0,07	
Manganoxyd-Oxydul	0,12	0,03	17,99
Phosphorsäure	10,45	5,85	
Schwefelsäure	6,39	3,82	
Kohlensäure	11,26	8,14	
Kieselsäure	0,36	0,18	
	<hr/>		
	100,00.		

Die Mengen der Säuren sind nicht die richtigen, weil, wie schon oben angeführt, in der Asche der Kohle eine

weit gröfsere Menge von Schwefelsäure gefunden worden wäre, wenn die ganze Menge des Schwefels sich in Schwefelsäure verwandelt hätte.

Beilage XIII.

Untersuchung der unorganischen Bestandtheile der Kuhmilch durch Herrn Weber.

Es ist schwer, in grofsen Städten eine Kuhmilch zu erhalten, die nicht mit oft bedeutenden Mengen von Brunnenwasser verdünnt worden ist, durch dessen Salze der teleoxydische Bestandtheil der Milch so bedeutend vermehrt werden kann, dafs man eine ganz unrichtige Vorstellung von den unorganischen Substanzen in der Milch erhält. Es wurde deshalb die Milch von Kühen angewandt, die innerhalb der Ringmauern von Berlin in einer Weifs Bierbrauerei gefüttert wurden. Sie erhielten ausser der gewöhnlichen Stallfütterung, auch noch die Abfälle aus der Brauerei.

Die Milch wurde ohne vorher abgerahmt zu werden, bei gelinder Temperatur abgedampft, und die trockne Masse verkohlt. Der dritte Theil der verkohlten Masse von 15 Quart Milch wurde zur Untersuchung angewandt.

Wässriger Auszug.

Das Auswaschen der verkohlten Masse erforderte eine ausserordentliche lange Zeit, und eine unglaubliche Menge Wasser, bis die abfiltrirte Flüssigkeit auf Platinblech verdampft, keinen Rückstand mehr hinterliess und durch salpetersaures Silberoxyd nicht mehr getrübt wurde.

Die erhaltenen Flüssigkeiten zur Trocknifs abgedampft, gaben einen Rückstand von 7,125 Grm. Dieser war folgendermafsen zusammengesetzt:

Chlorkalium	41,42
Chlornatrium	13,85
Kali	29,66
Phosphorsäure	7,25
Schwefelsäure	0,17
Kohlensäure	7,27
	<hr/> 99,62.

Die gefundenen Bestandtheile können folgendermaßen zusammengepaart werden:

K Cl	41,42
Na Cl	13,85
K ³ P	21,60
K S	0,36
K C	22,83
	<u>100,06.</u>

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Bei Behandlung der durch Wasser ausgelaugten Masse mit Chlorwasserstoffsäure konnte keine Entwicklung von Kohlensäure wahrgenommen werden. Die Bestandtheile im sauren Auszuge waren folgende:

Kali	6,29
Natron	12,19
Kalkerde	36,70
Magnesia	3,26
Eisenoxyd	0,30
Phosphorsäure	41,26
	<u>100,00.</u>

Die Chlorwasserstoffsäure hatte also nur phosphorsaure Salze aufgelöst.

Rückständige Kohle.

Die Gewichtssumme der gefundenen Bestandtheile betrug 7,109. Es wurden bei der Analyse erhalten:

Kali	33,13
Natron	9,01
Kalkerde	16,58
Magnesia	3,40
Eisenoxyd	1,10
Phosphorsäure	36,60
Kieselsäure	0,18
	<u>100,00.</u>

Der anoxydische Theil der Milch hat also nach der

Oxydation eine ähnliche Zusammensetzung wie der teleoxydische.

Die Resultate der Untersuchungen der Milch waren daher folgende:

Es wurden erhalten

im wässrigen Auszuge der ver-

kohlten Milch 7,125 Grm. = 34,17 Proc.

im chlorwasserstoffsäuren Ausz. 6,621 - = 31,75 -

in der Asche der Kohle . . 7,109 - = 34,08 -

20,856 100,00.

Die gefundenen Bestandtheile von den verschiedenen Theilen der Analyse zusammenaddirt, geben folgendes Resultat:

		Sauerstoff.	
Chlorkalium	14,18 Proc.		
Chlornatrium	4,74 -		
Kali	23,46 -	3,97	11,51
Natron	6,96 -	1,78	
Kalkerde	17,34 -	4,87	
Magnesia	2,20 -	0,85	
Eisenoxyd	0,47 -	0,14	
Phosphorsäure	28,04 -	15,71	17,51
Schwefelsäure	0,05 -	0,02	
Kohlensäure	2,50 -	1,80	
Kieselsäure	0,06 -	0,03	
	100,00.		

Die Sauerstoffmengen der Basen verhalten sich zu den der Säuren wie 11,51:17,51, also nahe wie 3:5. Im teleoxydischen Theile der Milch sind phosphorsaure Salze, und der anoxydische Theil giebt durch Oxydation ebenfalls Salze der Phosphorsäure.

Die Milch ist also eine meroxydische Substanz. Wir würden sie fast eine hemioxydische nennen können, wenn wir die große Menge der alkalischen Chlormetalle, die im

wässrigen Auszuge der verkohlten Masse enthalten sind, nicht zu dem teleoxydischen Theile rechnen wollen, zu dem sie auch offenbar nicht gehören.

Die große Menge der phosphorsauren Kalkerde im teleoxydischen Theile, und die ebenfalls bedeutende Menge derselben, welche der anoxydische Theil durch Oxydation giebt, ist bemerkenswerth. Es wird dadurch klar, wie dieß schon öfters erwähnt worden ist, wie gut die Ossification der säugenden Thiere durch die Milch bewirkt werden kann.

Während im Blute die Basen gegen die Säuren bedeutend vorherrschen, im Fleische hingegen fast nur pyrophosphorsaure Salze gefunden werden, sind in der Milch die Basen meistentheils als phosphorsaure Salze.

Beilagen XIV und XV.

Untersuchung der unorganischen Bestandtheile im Eiweiß und im Eigelb der Hühnereier durch Herrn Poleck.

Diese Untersuchung ist eine der ersten, die nach der Methode der Verkohlung angestellt wurde. Sie wurde ausgeführt, als diese Methode der Untersuchung noch nicht gehörig vervollkommen war, und ist später nicht wiederholt worden, wie dieß bei den andern Untersuchungen, die im Vorhergehenden mitgetheilt worden sind, der Fall gewesen ist. Die Resultate dieser Untersuchung verdienen daher, ungeachtet der Genauigkeit, die dabei verwandt wurde, nicht zu großes Vertrauen. Da sie mir aber von einer gewissen Wichtigkeit erscheinen, so sollen sie hier in der Kürze mitgetheilt werden.

Die bedeutendsten Fehler, welche bei der Untersuchung stattgefunden haben, sind wohl die, daß bei einigen Analysen in dem chlorwasserstoffsauren Auszuge der verkohlten Massen die Menge des Alkali's übersehen wurde, das man zu der Zeit, als Herr Poleck sich mit der Untersuchung beschäftigte, noch nicht in diesem sauren Auszuge vermuthete, so wie, daß die Verbrennung der durch Auflösungs-

mittel erschöpften Kohle in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas stattfand, wodurch eine beträchtliche Menge der phosphorsauren Alkalien sich verflüchtigen konnte.

Die Trennung des Eiweiss vom Eigelb konnte leicht vollkommen bewerkstelligt werden, nachdem die Eier in Wasser stark hart gekocht worden waren.

Das Gewichtsverhältniss zwischen Eiweiss und Eigelb ist in allen Eiern nicht ganz das nämliche. Es gaben:

vier Eier	90,2 Grm. oder 60,60 Proc. Eiweiss,
58,64	- - 39,40 - Eigelb,
sechszehn Eier	344,7 - - 58,43 - Eiweiss,
245,2	- - 41,57 - Eigelb,
vierzehn Eier	305 - - 59,42 - Eiweiss,
208,3	- - 40,58 - Eigelb.

Untersuchung des Eiweiss.

Die Verkohlung des hart gekochten Eiweiss geschah auf die gewöhnliche Weise.

Wässriger Auszug.

Bei einer Untersuchung betrug die Menge des zur Trockniss abgedampften Rückstands 3,6285 Grm., bei einer andern 1,5013 Grm.

Beide waren folgendermassen zusammengesetzt:

	I.	II.
Chlorkalium	47,19	51,33
Chlornatrium	10,66	17,13
Natron	24,22	17,71
Schwefelsäure	1,61	1,67
Kohlensäure	14,66	10,49
Kieselsäure	0,17	—
	<u>98,51</u>	<u>98,53.</u>

Berechnet man die gefundenen Bestandtheile zu Salzen, so erhält man folgende Zusammenstellung:

	I.	II.
K Cl	47,19	51,33
Na Cl	10,66	17,13
Na C	39,23	28,01
Na S	2,83	2,96
Si	0,17	—
	<u>400,08</u>	<u>99,43.</u>

In beiden Analysen ist eine geringe Menge von Kohlensäure mehr gefunden worden, als das Alkali aufzunehmen vermag. Es ist dies auffallend, da in den wässrigen Auszügen der verkohlten Massen andrer organischer Substanzen oft bei weitem weniger Kohlensäure gefunden wurde, als zur Sättigung des Alkalis erforderlich war, in dem oft ein bedeutender Theil der Kohlensäure durch die Kohle zu Kohlenoxyd reducirt wurde.

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Die Gewichtssumme der Bestandtheile betrug bei der ersten Untersuchung 0,6380 Grm., bei der zweiten 0,2835 Grm.

Da bei der ersten Untersuchung die Gegenwart der Alkalien übersehen wurde, so soll hier nur das Resultat der zweiten angeführt werden:

Kali	4,95
Natron	9,13
Kalkerde	10,53
Magnesia	11,61
Kohlensaure Kalkerde	11,14
Kohlensaure Magnesia	15,48
Eisenoxyd	2,75
Phosphorsäure	23,85
Kieselsäure	10,56
	<u>100,00.</u>

Rückständige Kohle.

Sie wurde, wie schon oben angeführt, nicht mittelst Platinauflösung, sondern durch Verbrennung in Sauerstoff-

gas eingeäschert. Es ist zwar dadurch offenbar ein Verlust entstanden, der indessen nicht so bedeutend seyn kann, daß er die auffallende geringe Menge der erhaltenen Asche erklären kann. Ich habe schon im Vorhergehenden bemerkt, daß nur die proteinhaltigen Körper der Vegetabilien und der Thiere meroxydische Körper zu seyn scheinen; alle andere scheinen teleoxydischer Natur zu seyn. Das Eiweiß der Hühnereier macht aber durch die sehr geringe Menge der anoxydischen Substanz eine merkwürdige Ausnahme von allen andern untersuchten Proteinkörpern. Die Menge der Asche von der durch Auflösungsmittel erschöpften Kohle ist sehr gering.

Bei der einen Untersuchung wurden 0,1842 Grm., bei der andern 0,0418 Grm. erhalten. In der Asche beider Arten Kohle wurde außerdem eine sandartige Kieselsäure gefunden, die aber von der Menge der Asche abgezogen wurde. Sie betrug in der Asche der einen Kohle 0,01 Grm., in der der andern 0,077 Grm.

Die Zusammensetzung der beiden Arten Asche war folgende:

	i.	ii.
Kali	11,93	16,76
Natron	10,83	5,48
Kalkerde	12,21	8,21
Magnesia	24,15	9,02
Eisenoxyd	1,41	5,64
Phosphorsäure	30,73	37,24
Kieselsäure	8,71	17,63
	<u>99,94</u>	<u>99,98.</u>

Die Resultate beider Untersuchungen weichen sehr von einander ab. Künftige Versuche müssen entscheiden, ob wirklich die unorganischen Bestandtheile in dem anoxydischen Theile des Eiweiß von verschiedenen Hühnereiern so verschieden seyn können, oder ob diese Verschiedenheiten von Fehlern der Untersuchung herrühren, die freilich mit sehr kleinen Quantitäten angestellt werden mußten.

Berechnet man die erhaltenen Bestandtheile zu Salzen,

so erhält man bei der ersten Untersuchung ¹phosphorsaure und sehr basische kieselsaure Salze; bei denen der zweiten aber nur ¹phosphorsaure und minder basische kieselsaure Salze.

Es wurden also bei diesen Untersuchungen folgende Mengen erhalten:

im wässrigen Auszuge von der ersten Untersuchung des			
verkohlten Hühnereiweifs	3,6285 Grm. = 81,52 Proc.		
im chlorwasserstoffs. Auszuge	0,6380 - = 14,33 -		
in der Asche der Kohle	0,1842 - = 4,15 -		
	<u>4,4507</u>	<u>100,00.</u>	

Bei der zweiten Untersuchung wurden erhalten:

im wässrigen Auszuge . .	1,5013 Grm. = 82,19 Proc.		
im chlorwasserstoffs. Auszuge	0,2835 - = 15,52 -		
in der Asche der Kohle	0,0418 - = 2,29 -		
	<u>1,8266</u>	<u>100,00.</u>	

Die gefundenen Bestandtheile von den verschiedenen Theilen der zweiten Analyse zusammengestellt, sind:

Chlorkalium	25,67
Chlornatrium	8,57
Kali	5,43
Natron	12,49
Kalkerde	6,25
Magnesia	7,03
Eisenoxyd	2,09
Phosphorsäure	15,28
Schwefelsäure	0,84
Kohlensäure	9,01
Kieselsäure	7,05
	<u>99,71.</u>

Nach diesen Untersuchungen muss man das Eiweifs der Hühnereier, obgleich es entschieden eine ausgezeichnete Proteinsubstanz ist, zu den fast teleoxydischen Körpern zählen.

Bemerkenswerth ist die große Menge der Kieselsäure im Eiweifs, sowohl in dem teleoxydischen als auch im anoxydischen Theile desselben. Das Eiweifs der Vogeleier ist für die Bildung der Federn, die nach neueren Unter-

suchungen viel Kieselsäure enthalten, eben so nothwendig, wie die Milch der Säugethiere für die Erzeugung der Knochen.

Untersuchung des Eigelb.

Das Eigelb, nach dem Hartkochen von dem Eiweiß sorgfältig geschieden, wurde auf die gewöhnliche Weise verkohlt.

Wässriger Auszug.

Derselbe reagirte gegen Lackmuspapier stark sauer, und enthielt viel von den phosphorsauren Erden aufgelöst, die dießmal nicht abgeschieden und zu dem chlorwasserstoffsauren Auszug gefügt wurden. Zur Trocknifs abgedampft schmolz die trockne Masse nach dem gelinden Glühen zu einer glasartigen durchsichtigen Masse. Bei einer Untersuchung wurden 0,9625 Grm.; bei einer zweiten 1,048 Grm. erhalten.

	I.	II.
Kali	10,38	9,77
Natron	5,62	7,65
Kalkerde	11,72	11,80
Magnesia	1,45	2,04
Eisenoxyd	0,59	0,95
Phosphors. (nicht bestimmt)	68,74	
	100,95.	

Die Phosphorsäure bildet mit den Basen, aufser mit dem Eisenoxyd, metaphosphorsaure Salze. In dem Auszuge selbst waren sie nicht als solche, sondern wohl als saure phosphorsaure Salze enthalten, denn derselbe röthete stark das Lackmuspapier, wohl aber in der Auflösung der zur Trocknifs abgedampften geschmolzenen Masse. Nach der zweiten Untersuchung giebt dieß folgende Zusammenstellung:

K P	24,57
Na P	25,16
Ca P	41,73
Mg P	9,08
Fe P	1,79
	102,33.

Die berechnete Menge der Phosphorsäure ist 70,18 Proc.
die Untersuchung gab 68,74 Proc.

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Derselbe betrug bei der einen Untersuchung 0,2075 Grm.,
bei der andern 0,2060 Grm.

Das Resultat der zweiten Untersuchung war folgendes:

Kalkerde	22,32
Magnesia	2,98
Eisenoxyd	3,71
Phosphorsäure	70,97
	<hr/> 99,98.

Es sind dies ebenfalls metaphosphorsaure Salze, die Eisenoxydverbindung vielleicht ausgenommen. Zu Salzen gepaart, erhält man folgende Zusammenstellung:

Ca P	78,94
Mg P	13,30
Fe P ³	8,66
	<hr/> 100,90.

Die berechnete Menge der Phosphorsäure ist dann 71,89 Proc., die gefundene 70,97 Proc.

Rückständige Kohle.

Auch sie wurde, wie die des Eiweiss, in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas verbrannt.

Es wurden deshalb bei der einen Untersuchung ganz andere Resultate als bei der andern erhalten. Die erste Untersuchung gab nur 0,3405 Grm. Asche; die zweite hingegen 1,3052 Grm. Letztere bestand aus:

Kali	7,96
Natron	6,75
Kalkerde	13,04
Magnesia	2,04
Eisenoxyd	0,99
Phosphorsäure	64,13
Kieselsäure	2,76
	<hr/> 97,67.

Es sind dies meistens ebenfalls metaphosphorsaure Salze; nur ein sehr geringer Theil der Basen kann mit Pyrophosphorsäure verbunden seyn.

Die Resultate der Untersuchungen waren daher folgende:

Bei der ersten Untersuchung war enthalten		
im wässrigen Auszuge des ver-		
kohlten Eigelbs . . .	0,9625 Grm. =	63,73 Proc.
im chlorwasserstoffsäuren Ausz.	0,2075 - =	13,73 -
in der Asche der Kohle .	0,3405 - =	22,54 -
	<u>1,5105</u>	<u>100,00.</u>

Bei der zweiten Untersuchung hingegen wurde erhalten:		
im wässrigen Auszuge . .	1,0480 Grm. =	40,95 Proc.
im chlorwasserstoffsäuren Ausz.	0,2060 - =	8,05 -
in der Asche der Kohle .	1,3052 - =	51,00 -
	<u>2,5592</u>	<u>100,00.</u>

Die Resultate beider Untersuchungen weichen außerordentlich von einander ab. Es geht aber aus ihnen, besonders aus der zweiten Untersuchung, hervor, daß das Eigelb ganz unzweideutig zu den meroxydischen Körpern gehört.

Die unorganischen Bestandtheile in der Gesamtmasse des verkohlten Eigelb sind nach der zweiten Untersuchung folgende:

Kali	5,94
Natron	4,82
Kalkerde	15,79
Magnesia	2,36
Eisenoxyd	1,85
Kieselsäure	0,92
Phosphorsäure	68,26
	<u>99,94.</u>

Es sind dies metaphosphorsaure Salze. Das Eigelb enthält von allen organischen Substanzen, von denen in dieser Abhandlung die Rede gewesen ist, die größte Menge von Phosphorsäure.

Bei-

Beilage XVI.

Untersuchung der unorganischen Bestandtheile in der Hefe (von Berliner Weisbier) durch Herrn B. W. Bull aus New-York.

Da vorzugsweise die Proteinkörper meroxydische Substanzen sind, und es wahrscheinlich erscheint, daß ein ganz anoxydischer Körper vielleicht nur aus einer Proteinsubstanz dargestellt werden kann, wenn dieselbe möglichst von andern teleoxydischen Körpern gereinigt wird, so wurde die Hefe in dieser Hinsicht untersucht, da diese ein Proteinkörper ist, der sich in einer Flüssigkeit bildet, von welcher er durch Auswaschen getrennt, und in einem reinen Zustand erhalten werden kann.

Die Hefe wurde mit destillirtem Wasser ausgewaschen. Das Auswaschen gelingt aber nicht vollständig, weil die Poren des Filtrums leicht verstopft werden. Die Verkohlungs geschah darauf in einem bedeckten großen Platintiegel.

Wässriger Auszug.

Derselbe veränderte nicht das Lackmuspapier und setzte beim Abdampfen phosphorsaure Erden ab, die aber dem chlorwasserstoffsauren Auszuge hinzugefügt wurden. Zur Trockniss abgedampft wog er 2,4155 Grm. Er zeigte sich zusammengesetzt aus:

Chlornatrium	0,69
Kali	45,79
Natron	0,29
Phosphorsäure	52,22
	<hr/> 98,99.

oder aus:

Na Cl	0,69
K ² P	40,18
K P	57,55
Na ² P	0,52
	<hr/> 98,94.

Der wässrige Auszug bestand also wesentlich aus ^a und ^b phosphorsaurem Kali.

Chlorwasserstoffsaurer Auszug.

Die Gesamtmasse der gefundenen Bestandtheile betrug 3,444 Grm. Die Zusammensetzung war folgende:

Kali	33,48
Natron	0,39
Kalkerde	9,69
Magnesia	4,79
Eisenoxyd	0,52
Schwefelsäure	0,20
Phosphorsäure	50,93
	<hr/> 100,00.

Die Phosphorsäure ist mit den Basen theils zu ^b theils zu ^a phosphorsauren Salzen verbunden. Es ist nicht leicht zu erklären, weshalb diese nicht durch das Wasser aus der verkohlten Masse, gemeinschaftlich mit den andern ^a phosphorsauren Salzen, ausgezogen wurden. Die Quantitäten der berechneten Salze sind folgende:

$K^2 \ddot{P}$	50,39	}	\ddot{P}	28,56
$K \ddot{P}$	11,40		K	33,23
$Na \ddot{P}$	1,28			
$Ca^2 \ddot{P}$	22,04			
$Mg^2 \ddot{P}$	13,09			
$Fe \ddot{P}$	1,46			
$K \ddot{S}$	0,44			
	<u>100,10.</u>			

Rückständige Kohle.

Die Asche derselben betrug 3,109 Grm. Sie war im Hundert zusammengesetzt aus:

Kali	28,71
Natron	0,60
Kalkerde	2,35
Magnesia	6,36
Eisenoxyd	1,16
Phosphorsäure	60,82
	<hr/> 100,00.

Es sind dies ebenfalls Mischungen von ^b und ^a phosphorsäuren Salzen und zwar in folgenden Verhältnissen:

K $\ddot{\text{P}}$	72,14	}	$\ddot{\text{P}}$	43,43
			K	28,71
Na $\ddot{\text{P}}$	1,97			
Mg ² $\ddot{\text{P}}$	13,91			
Mg $\ddot{\text{P}}$	5,18			
Ca ³ $\ddot{\text{P}}$	4,60			
Fe $\ddot{\text{P}}$	2,20			
	<u>100,00.</u>			

Die phosphorsaure Kalkerde ist in dieser Zusammensetzung von der Zusammensetzung angenommen worden, wie sie aus der chlorwasserstoffsäuren Auflösung durch Ammoniak gefällt wurde.

Als Gesamtergebnisse der Untersuchung wurden erhalten:
im wässrigen Auszuge der ver-

kohlten Hefe	2,4155 Grm. = 27,24 Proc.
im chlorwasserstoffs. Auszuge	3,3444 - = 37,70 -
in der Asche der Kohle .	3,1090 - = 35,06 -
	<u>8,8689</u> <u>100,00.</u>

Die Zusammenstellung aller gefundenen Bestandtheile ist folgende:

Chlornatrium	0,19
Kali	35,16
Natron	0,42
Kalkerde	4,47
Magnesia	4,05
Eisenoxyd	0,61
Schwefelsäure	0,08
Phosphorsäure	<u>54,74</u>
	99,72.

Diese Resultate stimmen sehr gut mit denen überein, welche Mitscherlich ¹⁾ bei einer Analyse der Hefe erhalten hat.

1) Berichte der Academie der Wissenschaften zu Berlin, 1845 S. 242.

Die Hefe ist eine meroxydische Substanz. Am meisten Aehnlichkeit hinsichtlich der in ihr enthaltenen unorganischen Bestandtheile hat sie mit dem Fleische.

II. *Ueber das elektrische Verhalten krystallisirter Körper; von G. Wiedemann.*

(Der physikalischen Gesellschaft zu Berlin mitgetheilt am 2. Februar 1849.)

Eine nicht geringe Anzahl von Untersuchungen beschäftigt sich mit den Beziehungen, welche zwischen den die Gestalt der Körper bedingenden Kräften und den übrigen von außen her auf sie wirkenden Agentien stattfindet. Nachdem in dieser Richtung schon vor mehreren Jahren der Zusammenhang zwischen der Krystallform und den optischen Eigenschaften vieler Körper ergründet worden, sind in neuester Zeit die Bemühungen der Physiker in dem beregten Felde besonders bei der Erforschung des diamagnetischen Verhaltens der Krystalle durch Herrn Plücker ¹⁾ und bei den schönen Versuchen des Herrn von Sénarmont ²⁾ in Bezug auf die Wärmeleitungsfähigkeit krystallisirter Medien mit so günstigem Erfolg gekrönt worden, dass sich von einer weiteren Ergründung der übrigen physikalischen Eigenschaften der Krystalle nur die besten Resultate für die nähere Bestimmung der in ihnen wirksamen Kräfte versprechen lassen.

Weniger als die optischen, diamagnetischen und chemischen Eigenschaften krystallisirter Körper ist ihr elektrisches Verhalten studirt, und es stehen die in diesem Felde gemachten Beobachtungen noch ziemlich vereinzelt da.

Freilich haben die Untersuchungen über die sogenannte Pyroelektricität in Bezug auf die eigenthümliche Erregung

1) Diese Annalen Band 72, S. 315.

2) Diese Annalen Band 73, S. 191, Bd. 74 S. 190, Bd. 75 S. 50.

der beiden Elektricitäten in den erwärmten oder erkälteten Krystallen zu den merkwürdigsten Resultaten geführt, jedoch kommen die bei den hierauf bezüglichen Arbeiten beobachteten Verhältnisse nur einzelnen, besonders ausgezeichneten Körpern zu: dafs auch aus ihnen kein allgemeineres Gesetz für die elektrischen Beziehungen in krystallisirten Medien hervorgehen kann. Die Ergründung eines solchen gelang auch nicht, als man die Vertheilung der Elektricität durch Krystalle hindurch erforschen wollte; indem Faraday ¹⁾ vergeblich versuchte, die Verschiedenheit in der Vertheilung der Elektricität durch einen aus Bergkrystall oder aus isländischem Spath geschnittenen Würfel mit der Lage der krystallographische Hauptaxe in demselben in Zusammenhang zu bringen. — Ebenso haben die Versuche von Pelletier ²⁾, Fox ³⁾, Ritter ⁴⁾, Hausmann und Henrici ⁵⁾ in Bezug auf das elektrische Leitungsvermögen der Krystalle nicht auf allgemein gültigere Gesetze geführt; sie waren meist auf die Bestimmung eines neuen, mineralogisch wichtigen Kennzeichens gerichtet, und behandelten die untersuchten Körper als Ganzes, ohne auf Richtungsverschiedenheiten näher einzugehen. Ueber den letzten Punkt finden sich jedoch einzelne Bestimmungen in der Abhandlung von Hausmann und Henrici; so die Beobachtung, dafs Malacolith in der Richtung der Krystallaxe, Diallag parallel dem Blätterdurchgang am besten leite. Die Verfasser erklären aber selbst, dafs beim Durchgang der Elektricität die Richtung in Beziehung auf die Krystallaxe gleichgültig sey. —

Bei dem Mangel, welcher sich in dieser Weise für un-

1) Faraday, *Experimental Researches* p. 538 sqq. §§. 1689 — 1698.

2) Ueber das elektrische Leitungsvermögen d. Mineralien. Gilbert. Ann. 46, S. 198.

3) *On the electromagnetic properties of metalliferous veins in the mines of Cornwall.* Ph. Tr. 1830 p. 399.

4) Versuche über das Verhalten mehrerer Mineralkörper im Kreise der Voltaschen Säule. Gehlen Journ. d. Ch. u. Ph. Bd. 6 S. 568.

5) Versuche über das elektrische Leitungsvermögen der Mineralkörper, mitgetheilt in der 9. Versammlung des Göttinger Bergmännischen Vereins.

sere Kenntniß der elektrischen Beziehungen krystallisirter Medien herausstellt, scheint mir die Mittheilung einiger Versuche, welche ich über den in Rede stehenden Gegenstand angestellt habe, nicht ohne Interesse zu seyn.

Zunächst schien es mir unwahrscheinlich, daß die Bestimmung des elektrischen Leitungsvermögens der Krystalle nach verschiedenen Richtungen mit Anwendung eines galvanischen Stroms ein günstiges Resultat liefern würde. Die Unmöglichkeit genügend große Krystalle verschiedener Substanzen zu derartigen Versuchen zu erhalten, die Schwierigkeit, bei den vorhandenen Krystallen die Elektroden an verschiedenen Orten stets auf gleiche Weise anzulegen; endlich der sehr große Leitungswiderstand der meisten krystallisirenden Körper, welcher den Durchgang des galvanischen Stromes vollständig hindert, veranlaßten mich, einen anderen einfacheren Weg einzuschlagen, welchem der folgende Versuch zu Grunde liegt.

Bestreut man eine Glas- oder Harzfläche mit einem feinen, schlechtleitenden Pulver, wie Lycopodium, Mennige u. dgl. m., befestigt sodann senkrecht auf derselben mit einem geeigneten Halter eine isolirte feine Spitze, etwa eine Nähnadel, und theilt durch Annäherung des Knopfes einer mit positiver Elektricität geladenen Leydner Flasche derselben Elektricität mit, so entfernt sich von der elektrisirten Spitze das Pulver nach allen Richtungen hin gleichförmig, in Folge der überall hin gleichen elektrischen Abstofung, und entblößt auf diese Weise eine in ihren Umgränzungen sehr nahe kreisförmige, von Strahlen durchzogene Figur, welche die größte Aehnlichkeit mit den durch Bestreuen einer, an einem Punkt positiv elektrisirten, Harzplatte erhaltenen sogenannten Lichtenbergischen Figuren hat.

Wendet man statt des Glases die Fläche eines Krystalles, etwa ein Gypsblättchen an, so sieht man deutlich, wie sich das Pulver nicht mehr nach allen Dimensionen hin gleichmäÙig, sondern am meisten nach zwei diametral einander entgegengesetzten Richtungen, nach den senkrecht darauf stehenden Richtungen am wenigsten, von der elektrischen

Spitze entfernt. Die hiebei bloßgelegte Fläche ist annähernd elliptisch, und zwar so excentrisch, daß ihre größte und kleinste Ausdehnung sich etwa wie 2 oder 3 zu 1 verhalten. — Man könnte meinen, die Abweichung der Figur von der Kreisgestalt rühre davon her, daß die Spitze ungleichförmig gestaltet sey, und so durch die verschiedene Ausströmung der Elektricität nach verschiedenen Richtungen jene Abweichung bedingt sey; dagegen spricht jedoch ein Gegenversuch mit derselben Spitze auf Glas, wo sie einen Kreis bildet, und dann auch die constante Lage der Figur auf dem Gyps, man mag nun die Ausströmungsspitze gegen die Krystallfläche drehen, wie man nur immer will.

Stets ist nämlich die Längsrichtung der bloßgelegten Figur in einem Winkel von etwa 25° gegen die faserige Spaltungsrichtung des Gypsblättchens geneigt, oder sie bildet mit der der Hauptaxe des Krystalls parallelen glasigen Spaltungsrichtung des Gypses einen rechten Winkel. Offenbar verbreitet sich also die Elektricität auf einem Gypsblättchen leichter nach der auf der Hauptaxe senkrechten, als nach jeder anderen Richtung. — Daß diese leichtere Verbreitung der Elektricität nicht allein von der äußeren Structur der Oberfläche abhängt, suchte ich auf die Art zu beweisen, daß ich die Gypsplatte vor dem Versuch mit einer dünnen Schicht eines schlechteren Leiters, als sie selbst ist, überzog. Zu diesem Zweck erwies sich ein dünner Ueberzug des durch Lösen der Schiefsbaumwolle in Aether erhaltenen Collodiums sehr brauchbar. Wurde auf einer derartig präparirten Platte experimentirt, wie oben angegeben, so erhielt man bei Anwendung einer etwas stärkeren Elektricitätsmenge dasselbe Resultat wie auf der reinen Krystallfläche. Bei geringeren Ladungen indeß zeigte sich eine kleine Verschiedenheit. Dann flog nämlich das Streupulver nicht mehr fort, sondern wurde gleichsam auf der bei den früheren Versuchen entblößten Stelle festgedrückt, so daß beim Umkehren der Platte, wo das übrige Pulver abfiel, jener sonst bloßgelegte Fleck sich durch seine Bedeckung mit dem Pulver gegen die übrige Krystallfläche

abzeichnete. Noch besser und leichter trat diese Erscheinung ein, wenn die nicht mit Collodium überzogene Seite des Gypsblättchens mit einem guten Leiter, wie Stanniol, beklebt und ableitend berührt wurde. Die Erklärung dieser Beobachtung scheint mir einfach die zu seyn, daß sich die auf die Collodiumschicht gebrachte Elektricität in dem Verhältniß nach verschiedenen Richtungen ausbreitet, als ihr aus dem Gypsblättchen in den entsprechenden Richtungen die entgegengesetzte Elektricität zuströmen kann, um sie zu binden. Eben dadurch, daß sie gleich gebunden wird, kann sie sich auch nur in geringerer Menge oder gar nicht dem Streupulver mittheilen, das deshalb bei Anwendung geringerer Elektricitätsmengen von der elektrischen Stelle angezogen und festgehalten wird. Der geringe Einfluß der äußeren Structur der Krystalloberfläche zeigt sich ferner bei Anwendung verschiedener, besonders gestreifter Krystalle an Stelle des Gypsblättchens, wie weiter unten ausführlicher angegeben ist; bei diesen liegt zum Theil die Längsrichtung der durch die Elektricität hervorgebrachten Figur parallel mit der Streifungsrichtung (beim Turmalin), zum Theil steht sie senkrecht auf derselben (beim Epidot).

Ich versuchte ferner, die Elektricität durch die Spitze auf das Gypsblättchen vor der Bedeckung mit Pulver einströmen zu lassen, um ganz so, wie Lichtenberg seine elektrischen Figuren erhalten, auch auf Krystallflächen dieselben darzustellen; indess gelang mir der Versuch nur bei sehr trockner Witterung, und nachdem die Kehrseite des Gypsblättchens mit Stanniol beklebt war, um sogleich die hinaufgebrachte Elektricität zu binden. Die Schwierigkeit dieser Art des Versuches, die vermuthlich aus der nicht ganz zu vernachlässigenden Leitungsfähigkeit des Blättchens und der Leichtigkeit entspringt, mit welcher sich Wasser an der Oberfläche desselben aus der Luft condensirt, veranlaßten mich, die erste Methode des Experimentes bei der Untersuchung der im folgenden aufgeführten Krystalle beizubehalten. Ich mußte bei denselben stets positive Elektricität auf die Krystallflächen bringen, da die ne-

gative, wie sich aus den Erfahrungen bei Herstellung der negativen Lichtenbergischen Figuren erwarten liefs, nur sehr kleine, undeutlich begränzte Figuren erzeugte.

Aufser mit Gypsblättchen stellte ich die Versuche noch bei folgenden krystallisirten Körpern an:

Essigsäures Kalk-Kupferoxyd. Da mir von diesem Präparat nur kleine Krystalle zu Gebote standen, konnten die Versuche nur mit sehr geringen Elektricitätsmengen angestellt werden. Nichtsdestoweniger war die erhaltene Figur sehr deutlich in einer auf der krystallographischen Hauptaxe senkrechten Richtung verlängert.

Coelestin. Auf einem dem Hauptblätterdurchgang parallel gespaltenen Stück gelang der Versuch sehr leicht. Die Längsrichtung der Figur fällt mit der kleineren Diagonale des durch die beiden, unter einem Winkel von 78° geneigten Spaltungsrichtungen, gebildeten Parallelogramms zusammen.

Schwerspath zeigt genau dasselbe Verhalten wie *Coelestin*.

Arragonit. Auf den allein die zu den Experimenten genügende Gröfse besitzenden Säulenflächen ist die elektrische Figur nach der Richtung der Hauptaxe verlängert.

Quarz. Zur Untersuchung wurde ein aus Bergkrystall geschliffenes Prisma verwendet. Bei der sehr geringen Leitungsfähigkeit des Quarzes und bei der leichten Verunreinigung seiner Oberfläche durch die Einflüsse der Atmosphäre ist der Versuch schwierig; er gelingt nur bei sehr schwachen Ladungen und auf völlig gereinigten Flächen. Dann aber ist die durch Entfernung des Streupulvers von der elektrischen Spitze gebildete Figur deutlich in der auf der Hauptaxe senkrechten Richtung verlängert.

Turmalin. Auf den schwachgestreiften Säulenflächen des benutzten Krystalls stellt sich die Längsrichtung der elektrischen Figur parallel der Hauptaxe. Eben so verhält sich

Apatit und

Kalkspath, wenn man bei der Anstellung des Versuches die der Hauptaxe parallelen Säulenflächen verwendet. Auf dem *Kalkspath* gelingt, wegen seiner geringen Leitungsfähig-

keit und der bedeutenden Spalten und Blätterdurchgänge, der Versuch nur schwierig; auch habe ich mich vergeblich bemüht, denselben mit Erfolg auf den freilich schon ziemlich stark gegen die Hauptaxe geneigten Rhomboëderflächen anzustellen. — Auf den Säulenflächen des

Borax stellt sich die elektrische Figur leicht dar, und zwar steht sie senkrecht auf der krystallographischen Hauptaxe.

Epidot zeigt den Versuch auf nicht zu stark gestreiften Flächen leicht. Stets ist die Längsrichtung der Figur senkrecht auf seiner Streifungsrichtung. — Auf den Säulenflächen des

Feldspath ist die Figur senkrecht gegen die Hauptaxe gerichtet. Jedoch zeigt der Feldspath ein von den früher genannten Krystallen etwas abweichendes Verhalten. Es fliegt nämlich auf seinen Flächen das Streupulver nicht von der Einströmungsspitze fort, sondern bleibt festgedrückt liegen, so daß die Figur erst beim Umkehren des Krystalles hervortritt, wo das übrige Pulver von der Fläche abfällt. Der Grund hievon ist wohl der, daß der Feldspath bedeutend besser leitet, als die übrigen benutzten Krystalle, daher nur wenig Elektrizität auf seiner Oberfläche bleibt, und die Pulvertheilchen nur angezogen, nicht aber, indem sie selbst Elektrizität empfangen, wieder abgestoßen werden. — Auf der Endfläche des Feldspaths ist die elektrische Figur etwas in der Richtung ihrer Neigung gegen die Hauptaxe verlängert. — Ganz wie der Feldspath verhält sich ein Stück *Asbest*, bei welchem die Längsaxe der festliegenden elektrischen Figur senkrecht auf der Streifungsrichtung steht. — Auf den Flächen von *Alaun*, *Flusspath*, sowie auf anderen regulären Krystallen ist die elektrische Figur stets kreisförmig. Beim *Beryll* gelang mir der Versuch trotz vieler vergeblicher Bemühungen nicht; ich schreibe dies seiner sehr geringen Leitungsfähigkeit und der großen Zahl kleiner Spalten zu, von denen er durchzogen ist.

Leider gestattete mir die Unmöglichkeit, irgend größere und zahlreichere Krystalle zur Verwendung zu erhalten, nicht, der vorliegenden Untersuchung diejenige Ausdehnung zu ge-

ben, welche ich gewünscht, obgleich mir durch die Bereitwilligkeit vieler Herren, namentlich aber durch die Güte der Hrn. Prof. Magnus und G. Rose, viele schön krystallisirte Körper zu Gebote standen. Es lassen indess wohl auch schon die vorliegenden Versuche einen Unterschied in dem elektrischen Verhalten der verschiedenen Krystalle erkennen.

Stellen wir alle die Körper zusammen, bei welchen sich die Elektrizität am leichtesten in der Richtung der krystallographischen Hauptaxe verbreitet, so sind dies: *Arragonit*, *Apatit*, *Kalkspath*, *Turmalin*, diejenigen aber, auf denen die Elektrizität sich am weitesten in der auf die Hauptaxe senkrechten Richtung ausbreitet: *Essigsäures Kalk-Kupferoxyd*, *Coelestin*, *Schwerspath*, *Gyps*, *Feldspath*, *Epidot* (wenn seine Streifung parallel der Hauptaxe läuft).

Eine Vergleichung der so zusammengestellten Körper mit den von Brewster ¹⁾ in Bezug auf ihre optischen Eigenschaften geordneten Krystallen, ergibt das merkwürdige Resultat, daß die Körper, welche die Elektrizität in der Richtung ihrer Hauptaxe in derselben Zeit weiter fortpflanzen, als nach einer anderen Richtung, zu den optisch negativen, alle übrigen (mit Ausnahme des Feldspathes) zu den optisch positiven Krystallen gehören, wo bei den optisch zweiaxigen Körpern der Charakter der Hauptaxe für die Eintheilung als maßgebend angesehen wird. Im allgemeinen würde sich also, falls die mitgetheilten, freilich nicht sehr zahlreichen, Beobachtungen zu ausgedehnteren Schlüssen berechtigten, die Elektrizität auf den Krystallen in der Richtung am schnellsten verbreiten, in welcher das Licht sich relativ am schnellsten fortpflanzt.

Auch mit den thermischen Eigenschaften der Krystalle, wie sie von Herrn v. Sénarmont angegeben sind, zeigt sich eine große Uebereinstimmung in sofern, als auch die in dieser Beziehung beobachteten Erscheinungen sich eng an die optischen Verhältnisse anschließen; indess möchte eine genauere Vergleichung erst bei einer weiteren und nebeneinander laufenden Ergründung der thermischen und elektrischen Eigenschaften einer größeren Anzahl von Kry-

1) Herschel: vom Licht, 1831, S. 663.

stallen, als es bis jetzt geschehen ist, einen ausgedehnteren Nutzen versprechen. — Möge es mir für jetzt nur gelingen seyn, durch die vorliegende Versuchsreihe einen neuen Beweis zu liefern, durch wie innige Beziehungen die von den verschiedenen physikalischen Agentien ausgeübten Wirkungen mit der Form und Constitution der Körper, in welchen sich ihre Thätigkeit zeigt, und untereinander verbunden sind.

III. *Bestimmung der Constanten, von welcher die Intensität inducirter elektrischer Ströme abhängt; von G. Kirchhoff.*

Die mathematischen Gesetze der inducirten elektrischen Ströme sind von Neumann und Weber aufgestellt worden; in dem Ausdrucke, den beide für die Intensität eines inducirten Stromes gefunden haben, kommt außer Größen, die in jedem gegebenen Falle gemessen werden müssen, eine Constante vor, die ein für allemal durch Versuche ermittelt werden muß, und die Neumann durch ϵ bezeichnet. Diese zu bestimmen, habe ich unternommen.

Wird die relative Lage eines geschlossenen Stromes und eines geschlossenen Leiters verändert, so wird in dem letzteren ein Strom inducirt; die Intensität des inducirten Integralstroms, d. h. die Elektrizitätsmenge, die während der Dauer der Bewegung durch einen jeden Querschnitt getrieben wird, ist nach Neumann = dem Unterschiede der Potentiale des Stroms in Beziehung auf den Leiter, diesen von der Einheit des Stroms durchflossen gedacht, in der End- und Anfangslage, dieser Unterschied multiplicirt mit ϵ , dividirt durch den Widerstand des Leiters. Das Potential zweier Ströme in Bezug auf einander, ist die halbe negative Summe der Producte der Bahnelemente des einen Stroms mit den Bahnelementen des anderen, jedes Product

zweier Elemente mit ihren Intensitäten und dem Cosinus ihrer Neigung gegen einander multiplicirt und durch ihre Entfernung dividirt ¹⁾).

Um ε als Zahl angeben zu können, muß man Einheiten für die Zeit, den Raum und den Widerstand oder die Leitungsfähigkeit einführen. Als Einheit für die letztere habe ich die Leitungsfähigkeit eines Kupferdrahtes, den ich bei meinen Versuchen benutzte, angenommen; da die Leitungsfähigkeit des Kupfers zwischen gewissen Gränzen variirt, so ist daher bei der Angabe des Zahlenwerthes von ε nur eine beschränkte Genauigkeit von Interesse.

Der Weg, der sich am natürlichsten zur Bestimmung von ε mir darzubieten scheint, ist der, dem Leiter, in welchen ein Strom inducirt werden soll, so wie dem Leiter des inducirenden Stromes Formen zu geben, für welche man das Potential, welches sie, von der Einheit des Stromes durchflossen, aufeinander ausüben, berechnen kann, die Intensität des inducirenden Stromes durch die Ablenkung zu messen, welche er einer Multiplicatornadel ertheilt, und den Ausschlag zu beobachten, den der inducirte Strom bei einer zweiten Multiplicatornadel hervorbringt. Diesen Weg habe ich eingeschlagen, mit der Modification jedoch, daß ich mich nur einer Magnetnadel bediente, und an dieser zugleich die Ablenkung für den ersten, und den Ausschlag für den zweiten Strom beobachtete.

Ich will den Gedanken der angewandten Methode zuerst auseinandersetzen. Aus den Drähten zweier Drahtrollen, R_1 , R_2 , die in einer solchen Nähe sich befinden, daß die eine auf die andere inducirend wirken kann, einem Multiplicator M und einer Kette K sey eine Schließung gebildet, und zwei Punkte dieser Schließung, von denen der eine zwischen den beiden Rollen, der andere zwischen Multiplicator und Kette liegt, durch einen Draht verbunden. Nennen wir die drei Wege zwischen den beiden eben bezeichneten Punkten 1, 0, 2, wie die in Figur 5

1) Neumann: Ueber ein allgemeines Princip der mathematischen Theorie inducirter elektrischer Ströme; Abhandl. d. Berl. Acad. d. Wiss. 1848.

Taf. II. beigeschriebenen Zahlen andeuten, ihre Widerstände w_1, w_0, w_2 und die Intensitäten der Ströme, welche sie in den durch Pfeile bezeichneten Richtungen durchfließen, J_1, J_0, J_2 , die elektromotorische Kraft der Kette endlich E , so haben wir:

$$J_1 = J_0 + J_2, \quad \begin{aligned} J_1 w_1 + J_0 w_0 &= E \\ J_2 w_2 - J_0 w_0 &= 0 \end{aligned}$$

woraus sich ergibt:

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{w_0}{w_0 + w_2}$$

Wird nun die eine der beiden Rollen, R_2 , eine gewisse Strecke fortgeführt, so werden in ihr sowohl, als in der anderen Ströme inducirt; die Summe der elektromotorischen Kräfte, die in R_1 inducirt werden, sey e_1 , die Summe der in R_2 inducirten e_2 ; ferner seyen die Elektrizitätsmengen, die durch diese Kräfte durch die Wege 0, 1, 2 getrieben werden, d. h. die Intensitäten der in diesen Drähten hervorgebrachten Integralströme i_0, i_1, i_2 , dann ist:

$$i_1 = i_0 + i_2 \quad \begin{aligned} i_1 w_1 + i_0 w_0 &= e_1 \\ i_2 w_2 - i_0 w_0 &= e_2 \end{aligned}$$

woraus man findet:

$$i_2 = \frac{e_2 (w_0 + w_1) + e_1 w_0}{w_0 w_1 + w_1 w_2 + w_2 w_0}$$

Nennen wir die Summe der elektromotorischen Kräfte, welche in R_2 inducirt worden wären, wenn R_1 von der Einheit des Stromes durchflossen würde, e , so ist dieses auch die Summe der elektromotorischen Kräfte, welche in R_1 inducirt worden wären, würde R_2 von der Einheit des Stromes durchflossen; dann bezeichnen wir das Potential der beiden Drahtrollen in Bezug auf einander, beide von der Einheit des Stromes durchflossen gedacht, vor der Bewegung von R_2 durch P , nach der Bewegung von R_2 durch Q , so ist jede dieser beiden Summen $= \varepsilon (Q - P)$, wo ε die Constante ist, die wir bestimmen wollen. Durch Einführung der Gröfse e erhalten wir:

$$\begin{aligned} e_1 &= J_2 e & e_2 &= J_1 e \\ i_2 &= e \frac{J_1 (w_1 + w_0) + J_2 w_0}{w_0 w_1 + w_1 w_2 + w_2 w_0} \end{aligned}$$

und durch Benutzung jener Formel für $\frac{J_2}{J_1}$:

$$\frac{i_2}{J_2} = \frac{e}{w_0} \frac{(w_0 + w_1)(w_0 + w_2) + w_0^2}{w_0 w_1 + w_1 w_2 + w_2 w_0}$$

Bei den angestellten Versuchen war w_0 verschwindend klein gegen w_1 und w_2 ; bei Berücksichtigung dieses Umstandes wird die gefundene Gleichung:

$$\frac{i_2}{J_2} = \frac{e}{w_0}$$

Setzen wir hierin für e seinen Werth $\varepsilon (Q - P)$, und drücken ε aus, so finden wir:

$$\varepsilon = \frac{i_2}{J_2} \frac{w_0}{Q - P}$$

Bei den angestellten Versuchen wurde die eine Drahtrolle aus der Fläche der anderen in eine Entfernung fortgeführt, die als unendlich betrachtet werden konnte. Es ist daher $Q = 0$ und

$$\varepsilon = - \frac{i_2}{J_2} \frac{w_0}{P}$$

Berechnet man also P , und bestimmt $\frac{i_2}{J_2}$, so kann man, wenn man w_0 kennt, den Werth von ε ermitteln. Aus den folgenden Betrachtungen geht hervor, wie sich $\frac{i_2}{J_2}$ experimentell bestimmen läßt.

Ich nenne die horizontale Componente des Erdmagnetismus H ; das horizontale magnetische Moment der Multiplicatornadel μ ; das horizontale Drehungsmoment, welches ein der Einheit gleicher Strom in dem Multiplicatordrahte auf die Nadel ausübt, wenn diese sich im magnetischen Meridiane befindet, M . Wird die Kette in Wirksamkeit gesetzt, beginnt also ein Strom von der Intensität J_2 durch den Multiplicatordraht zu fließen, so wird die Gleichgewichtslage des Magnets um einen Winkel α abgelenkt, der wenn er klein genug ist, durch die Gleichung:

$$H \mu \alpha + J_2 M = 0$$

bestimmt ist. Um diese neue Gleichgewichtslage wird der Magnet Schwingungen machen; der Winkel, um den er sich zur Zeit t von ihr entfernt hat, sey u , sein Trägheitsmo-

ment K , dann gilt für u , vorausgesetzt daß dieses ebenfalls sehr klein ist, die Differentialgleichung:

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = - \frac{H_\mu (u + \alpha) + M J_2}{K}$$

Diese wird, wenn man die Gleichung für α berücksichtigt:

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = - \frac{H_\mu}{K} u$$

Rechnen wir die Zeit von einem Augenblicke an, für den $u = 0$ ist, so wird das Integral derselben:

$$u = A \sin t \sqrt{\frac{H_\mu}{K}}$$

Nun nehmen wir an, daß zur Zeit t^0 die eine Rolle sich zu bewegen anfangt; zu gleicher Zeit beginnt der inducirte Strom in dem Multiplicatordrahte; dieser währt bis zur Zeit $t^0 + \tau$. Zwischen den Zeiten t^0 und $t^0 + \tau$ gilt dann für u eine andere Differentialgleichung, nämlich die folgende:

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = - \frac{H_\mu u + \int m J ds}{K}$$

wo die Bedeutung der neu eingeführten Zeichen diese ist: ds ist ein Element des Multiplicatordrahtes. J die Intensität des inducirten Stromes in ds zur Zeit t , m das Drehungsmoment, welches ds , von der Einheit des Stromes durchflossen, auf den Magnet in der Lage ausübt, in der er sich zur Zeit t befindet. Da wir annehmen, daß der Magnet sich nur um sehr kleine Winkel von dem magnetischen Meridiane entfernt, so können wir m auch als das Drehungsmoment definiren, das ds , von der Einheit des Stromes durchflossen, auf den Magnet ausübt, wenn dieser sich im magnetischen Meridiane befindet. Die Integration nach ds endlich ist über den ganzen Multiplicatordraht auszudehnen. Diese Differentialgleichung multipliciren wir mit dt und integriren sie von $t = t^0$ bis $t = t^0 + \tau$. Dadurch erhalten wir:

$$\left(\frac{du}{dt} \right)_{t^0 + \tau} - \left(\frac{du}{dt} \right)_{t^0} = - \frac{H_\mu}{K} \int_{t^0}^{t^0 + \tau} u dt - \frac{1}{K} \int_{t^0}^{t^0 + \tau} \int m J ds dt$$

wo die Indices $t^0 + \tau$ und t^0 anzeigen, daß die in Paren-

these stehende Gröfse respective für $t = t^0 + \tau$ und $t = t^0$ genommen werden soll. Setzen wir τ als sehr klein voraus, d. h. nehmen wir an, dafs die eine Drahtrolle mit sehr grofser Geschwindigkeit durch eine gewisse endliche Strecke bewegt werde, so verschwindet das erste Integral der rechten Seite unserer Gleichung, doch nicht so das zweite, weil in demselben Maafse als jene Geschwindigkeit, auch J wächst. Die beiden Integrationen des zweiten Integrals lassen sich aber ausführen, und es wird dasselbe $= i_2 M$; es ist nämlich m unabhängig von t , das Integral von $J dt$, zwischen den Gränzen t^0 und $t^0 + \tau$ genommen, ist $= i_2$, hat also denselben Werth für alle Elemente ds , und $m ds$, über den ganzen Multiplicatordraht integrirt, giebt M . Wir haben also:

$$\left(\frac{du}{dt}\right)_{t^0 + \tau} = \left(\frac{du}{dt}\right)_{t^0} - \frac{i_2 M}{K}.$$

Unserer Voraussetzung zufolge, dafs τ als unendlich klein betrachtet werden dürfe, haben wir ferner:

$$(u)_{t^0 + \tau} = (u)_{t^0}.$$

Von der Zeit $t^0 + \tau$ an gilt für u wiederum die Differentialgleichung:

$$\frac{d^2 u}{dt^2} = - \frac{H_\mu u}{K}.$$

Das Integral derselben ist jetzt aber ein anderes, indem die Constanten der Integration jetzt andere Werthe, als früher, erhalten müssen. Wir setzen das Integral:

$$u = A' \sin t \sqrt{\frac{H_\mu}{K}} + B' \cos t \sqrt{\frac{H_\mu}{K}}.$$

Die Constanten A' und B' sind so zu bestimmen, dafs $\left(\frac{du}{dt}\right)_{t^0 + \tau}$ und $(u)_{t^0 + \tau}$ die eben abgeleiteten Werthe

annehmen, wenn wir in diesen für $\left(\frac{du}{dt}\right)_{t^0}$ und $(u)_{t^0}$ die

Werthe setzen, die sich aus der Gleichung $u = A \sin t \sqrt{\frac{H_\mu}{K}}$ ergeben. Die Gleichungen für A' und B' sind demnach, wenn wir der Kürze halber

$$\sqrt{\frac{H_\mu}{K}} = \lambda$$

setzen, und wiederum die Kleinheit von τ berücksichtigen:

$$A' \sin \lambda t^0 + B' \cos \lambda t^0 = A \sin \lambda t^0$$

$$A' \cos \lambda t^0 - B' \sin \lambda t^0 = A \cos \lambda t^0 - \frac{i_2 M}{\lambda K}$$

Nun wollen wir uns t^0 so gewählt denken, daß $\sin \lambda t^0 = 0$, also $\cos \lambda t^0 = \pm 1$ ist, d. h. wir nehmen an, daß der inducirte Strom in einem Augenblicke hervorgebracht werde, indem der Magnet durch seine Gleichgewichtslage geht. Unsere beiden Gleichungen zeigen dann, daß $B' = 0$, also

$$u = A' \sin \lambda t$$

$$\text{und } A' \cos \lambda t^0 = A \cos \lambda t^0 - \frac{i_2 M}{\lambda K}$$

wird. Wir wollen den Werth ausdrücken, den u am Ende der ersten Schwingung, nachdem der inducirte Strom gewirkt hat, d. h. für $t = t^0 + \frac{\pi}{2\lambda}$ erhält; dieser Werth sey a' , dann ist:

$$a' = A' \sin \left(\lambda t^0 + \frac{\pi}{2} \right) = A' \cos \lambda t^0$$

Ist ferner a der Werth von u , welcher am Ende derselben Schwingung stattgefunden haben würde, wenn der inducirte Strom nicht entstanden wäre, so ist:

$$a = A \sin \left(\lambda t^0 + \frac{\pi}{2} \right) = A \cos \lambda t^0$$

Wir haben daher:

$$a' - a = - \frac{i_2 M}{\lambda K} = - \frac{i_2 M}{\sqrt{H_\mu} K}$$

Dividiren wir diese Gleichung durch die oben für α gefundene:

$$\alpha = - \frac{J_2 M}{H_\mu}$$

so erhalten wir:

$$\frac{i_2}{J_2} = \frac{a' - a}{\alpha} \sqrt{\frac{K}{H_\mu}}$$

Führen wir die Schwingungsdauer der Nadel, $T = \pi \sqrt{\frac{K}{H_\mu}}$ ein, so wird diese Gleichung:

$$\frac{i_2}{J_2} = \frac{a' - a}{\alpha} \frac{T}{\pi}$$

Beobachtet man also die Schwingungsdauer T und die drei Winkel a' , a , α , so kann man $\frac{i_2}{J_2}$ berechnen, und hieraus, wie schon oben angegeben, ε finden.

Es ist dieses der Gedanke der angewandten Methode, der aber einige Veränderungen erleiden mußte. Ein Umstand, der bei der Bestimmung von $\frac{i_2}{J_2}$ noch zu berücksichtigen war, ist der, daß durch die Bewegung des Magnets in dem Multiplicatordrahte, wenn er geschlossen ist, Ströme inducirt werden, welche die Schwingungen dämpfen.

Die Intensität des Stromes, der in jedem Augenblicke in dem Multiplicatordrahte inducirt wird, ist proportional mit der jedesmaligen Geschwindigkeit des Magnets und mit dem negativen Drehungsmomente, welches ein der Einheit gleicher Strom in dem Multiplicatordrahte auf den Magnet ausüben würde, d. h. proportional mit $-M \frac{du}{dt}$; das Drehungsmoment, welches dieser Strom auf den Magnet ausübt, ist also proportional mit $-M^2 \frac{du}{dt}$; wir setzen es $= -2\beta \frac{du}{dt}$. Die Differentialgleichung, der u bis t^0 und von $t^0 + \tau$ an genügt, ist also:

$$\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{2\beta}{K} \frac{du}{dt} + \frac{H\mu}{K} u = 0.$$

Rechnen wir t von einem Augenblicke an, für den $u = 0$ ist, und setzen der Kürze wegen:

$$\frac{H\mu}{K} - \frac{\beta^2}{K^2} = \lambda^2, \quad \frac{\beta}{K} = \eta$$

so ist das Integral der Gleichung, welches von $t = 0$ bis $t = t^0$ gilt:

$$u = A \cdot e^{-\eta \lambda t} \sin \lambda t$$

wo e die Basis der natürlichen Logarithmen bezeichnet. Von $t^0 + \tau$ an gilt ein anderes Integral, nämlich:

$$u = A' e^{-\eta \lambda t} \sin \lambda t + B' e^{-\eta \lambda t} \cos \lambda t.$$

Die Bedingungsgleichungen:

$$(u)_{t^0 + \tau} = (u)_{t^0}, \quad \left(\frac{du}{dt}\right)_{t^0 + \tau} = \left(\frac{du}{dt}\right)_{t^0} - \frac{i_2 M}{K}$$

haben unveränderte Gültigkeit behalten, und aus diesen findet man, wenn man wiederum $\sin \lambda t^0 = 0$ annimmt:

$$B' = 0$$

$$\text{also } u = A' e^{-\eta \lambda t} \sin \lambda t$$

$$\text{und } A' \cos \lambda t^0 = A \cos \lambda t^0 - \frac{i_2 M}{\lambda K} e^{-\eta \lambda t^0}$$

Das erste Maximum oder Minimum nach der Wirkung des inducirten Stromes findet statt

$$\text{für } \lambda t = \lambda t^0 + \arccotg \eta$$

und in demselben Augenblicke würde ein Maximum oder Minimum stattgefunden haben, wäre der inducirte Strom nicht entstanden. Nennen wir wiederum das Maximum oder Minimum, welches wirklich stattfindet a' , dasjenige, welches eingetreten wäre, hätte der inducirte Strom nicht gewirkt, a , so haben wir:

$$a' = \frac{A'}{\sqrt{1+\eta^2}} e^{-\eta \lambda t^0} e^{-\eta \arccotg \eta} \cos \lambda t^0$$

$$a = \frac{A}{\sqrt{1+\eta^2}} e^{-\eta \lambda t^0} e^{-\eta \arccotg \eta} \cos \lambda t^0$$

Aus diesen beiden Gleichungen, in Verbindung mit der Gleichung zwischen A und A' ergibt sich:

$$a' - a = -\frac{i_2 M}{\lambda K} \frac{1}{\sqrt{1+\eta^2}} e^{-\eta \arccotg \eta}$$

Dividirt man diese Gleichung durch diejenige für a und benutzt den Werth von λ , so findet man

$$\frac{a' - a}{a} = \frac{i_2}{J_2} \sqrt{\frac{H\mu}{K}} e^{-\eta \arccotg \eta}$$

oder

$$\frac{i_2}{J_2} = \frac{a' - a}{a} \frac{T}{\pi} e^{\eta \arccotg \eta}$$

wo T die Schwingungsdauer des Magnets bei ungeschlossenem Multiplicatordrahte bezeichnet. Um η zu bestimmen, müssen Versuche über die Abnahme der Schwingungen des Magnets bei geschlossenem Multiplicatordrahte angestellt werden; aus diesen ergibt sich η leicht, da $e^{-\eta\pi}$ das Verhältniß zweier aufeinanderfolgenden Schwingungsbögen ist.

Ein zweiter Umstand, welcher eine Complication der Beobachtungen nöthig machte, war die Schwierigkeit der genauen Bestimmung von w_0 . Ich umging diese dadurch, dafs ich eine Einrichtung traf, vermöge deren ich w_0 beliebig verkleinern oder vergrößern konnte, und dann für zwei

verschiedene Werthe von $w_0 \frac{i_2}{J_2}$ beobachtete. Es sei

$$\text{für } w_0 = w'_0 \quad \frac{i_2}{J_2} = \left(\frac{i_2}{J_2}\right)'$$

$$\text{für } w_0 = w''_0 \quad \frac{i_2}{J_2} = \left(\frac{i_2}{J_2}\right)''$$

dann hat man die Gleichungen:

$$\varepsilon = - \left(\frac{i_2}{J_2}\right)' \frac{w'_0}{P}$$

$$\varepsilon = - \left(\frac{i_2}{J_2}\right)'' \frac{w''_0}{P}$$

und aus diesen folgt:

$$\varepsilon = - \frac{w'_0 - w''_0}{\left(\frac{i_2}{J_2}\right)' - \left(\frac{i_2}{J_2}\right)''} \frac{1}{P}.$$

Hiernach hat man nur nöthig, die Differenz $w'_0 - w''_0$ anzugeben, und das läßt sich leichter thun.

Eine Veränderung in dieser Formel für ε mußte endlich noch aus folgendem Grunde vorgenommen werden. Ich hatte die eine Drahtrolle, R_1 , aus zweien zusammengesetzt, einer inneren und einer äußeren, zwischen welche ich den inducirenden Strom sich theilen liefs. Ich traf diese Anordnung, um bei der vorhandenen Kette einen stärkeren Inductionsstrom zu erhalten. An die Stelle von P mußte daher eine andere Gröfse treten, und zwar, wenn man P' und P'' die Potentiale des inneren und des äußeren Theiles von R_1 in Bezug auf R_2 nennt, w_1' und w_1'' die Widerstände des inneren und des äußeren Theiles von R_1 , der Ausdruck:

$$P' \frac{w_1''}{w_1' + w_1''} + P'' \frac{w_1'}{w_1' + w_1''}$$

Ich wende mich jetzt zur Angabe der Versuche selbst. Die vorkommenden Längenmaafse gebe ich in preussischen Zoll an. Der Magnet, dessen Ablenkungen ich beobachtete,

hatte eine Länge von 4 Zoll, eine Breite und eine Dicke von $\frac{1}{4}$ Z. Er war mit einem Spiegelapparate versehen, das Fernrohr und die Scale waren etwa 12 Fufs von dem Spiegel entfernt, ein Scalentheil hatte die Länge von 0,1 Zt.; war demnach ein Scalentheil durch den Verticalfaden des Fernrohrs gegangen, so hatte sich der Magnet ungefähr um $1' 12''$ gedreht. Der Multiplikator enthielt ungefähr 200 Windungen und eine Drahtlänge von 280 Fufs. Der zu ihm verwendete Kupferdraht hatte einen Durchmesser von $\frac{1}{66}$ Z. Gleicher Draht war zur Anfertigung der Rollen benutzt; der Draht der kleineren Rolle, R_2 , erfüllte einen cylindrischen Ring von 1 Z. Höhe, 0,5 Z. innerem, 1,155 Z. äusserem Radius; von den beiden Drähten der gröfseren Rolle, R_1 , erfüllte der eine einen cylindrischen Ring von 1 Z. Höhe, 1,3 Z. innerem, 1,48 Z. äusserem Radius, der andere einen cylindrischen Ring von 1 Zoll Höhe, 1,48 Z. innerem, 1,66 Z. äusserem Radius. Bei der kleineren Rolle lagen in der Richtung der Höhe 45, in der Richtung des Radius 28 Windungen neben einander, bei jedem der beiden Theile der gröfseren Rolle 48 in der Richtung der Höhe, 8 in der Richtung des Radius. Die Gestelle der beiden Drahtrollen waren von Messing; sie waren so aufgestellt, dafs ihre Axen in dieselbe Verticale, ihre Grundflächen in dieselben horizontalen Ebenen fielen. Die Induction wurde dadurch hervorgebracht, dafs die kleinere Drahtrolle aus dieser Lage in die Höhe gezogen wurde; vermittelt eines Fadens, der in dem Mittelpunkte ihrer oberen Fläche befestigt und über eine kleine Rolle, die sich über ihr befand, geführt war. Die freien Enden des Drahtes der beweglichen Drahtrolle waren um einander gewunden, dann war aus ihnen eine auseinandergezogene Spirale gebildet, diese nach oben geführt, hier festgebunden, und nach unten zurückgeleitet.

In Bezug auf den Apparat bemerke ich noch, dafs die Möglichkeit, w_0 nach Belieben zu verändern, erreicht war durch ein, an einem ausgespannten Drahte verschiebbares Quecksilbernäpfchen. Beobachtungen wurden bei zwei ver-

schiedenen Werthen von w_0 , w_0' und w_0'' , also bei zwei verschiedenen Stellungen des Quecksilbernäpfchens, angestellt; die Differenz $w_0' - w_0''$, auf deren Kenntniß es ankam, war = dem Widerstande eines Kupferdrahtes von dem Querschnitte des ausgespannten und der Länge der Strecke, um welche das Quecksilbernäpfchen verschoben worden war. Diese Länge war 14,097 Z.; der Querschnitt des ausgespannten Kupferdrahtes hatte sich aus seinem absoluten und seinem specifischen Gewichte, und seiner direct gemessenen Länge = 0,4061 Quadratlinien ergeben. Setzt man die Leitungsfähigkeit dieses Drahtes = 1, so wird $w_0' - w_0''$ = dem Quotienten aus diesem Querschnitte in jene Länge, d. h.

$$= 5000 \frac{1}{1Z}.$$

Für w_0'' war ein so kleiner Werth von w_0 gewählt, als es die Vorrichtung erlaubte; dieser war etwa der 20ste Th. der Differenz $w_0' - w_0''$. Die Kette, die ich anwandte, bestand aus 6 kleinen Daniellschen Bechern, die voltaisch mit einander verbunden waren.

Ich gebe jetzt das unmittelbare Protocoll eines Satzes der Beobachtungen an, die angestellt sind, um $\frac{J_1}{i_2}$ für die beiden Werthe von w_0 zu ermitteln. Es bezieht sich derselbe auf den größeren Werth von w_0 :

$$\begin{array}{r} 66,6 \\ 67,5 \\ \hline 110,5 \\ 15 \\ 30,4 \\ 15,8 \\ 29,6. \end{array}$$

Die Bedeutung dieser Zahlen ist die folgende: Es wurde die bewegliche Rolle in die Lage gebracht, daß sie mit der festen in einer Höhe sich befand; dann wurde die Kette in Wirksamkeit gesetzt. Hierdurch erhielt der Magnet eine neue Gleichgewichtslage, um welche er Schwingungen machte;

er wurde so weit beruhigt, indem der Strom der Kette zu passenden Zeiten unterbrochen und wieder hergestellt wurde, bis der Verticalfaden scheinbar nur von 66,6 bis 67,5 ging; als er von 67,5 kommend, in $\frac{66,6 + 67,5}{2}$ d. h. in 67,05 sich befand, wurde die bewegliche Drahtrolle schnell in die Höhe gezogen; der Faden des Fernrohrs ging bis 110,5. Darauf wurde der Strom der Kette unterbrochen, zu einem Zeitpunkte der so gewählt war, daß die Schwingungen des Magnets gedämpft wurden, und 4 aufeinanderfolgende Elongationen beobachtet; es sind dieses die 4 letzten der angegebenen Zahlen. Nimmt man aus diesen die arithmetischen Mittel, und aus diesen wiederum die Mittel, so erhält man, wie bekannt, den Scalpunkt, der dem magnetischen Meridiane entspricht; dieser ist bei der angeführten Beobachtungsreihe 22,9. Das Mittel aus den beiden ersten Zahlen d. h. 67,05 giebt den Scalpunkt, welcher der Gleichgewichtslage des Magnets unter dem Einflusse des galvanischen Stroms entspricht; die Differenz 67,05 — 22,9 d. h. 44,15 ist also der oben mit α bezeichnete Winkel. Wäre der inducirte Strom nicht entstanden, so hätte der Magnet statt der beobachteten Elongation 110,5 die Elongation 66,6 gehabt; die Differenz 110,5 — 66,6 d. h. 43,9 ist also unser $\alpha' - \alpha$.

Aus Wiederholungen desselben Versuches, theils bei unveränderter Anordnung, theils nachdem die Richtungen des inducirenden und des inducirten Stromes oder die Richtung eines dieser beiden durch passend angebrachte Commutatoren umgekehrt worden waren, ergaben sich folgende

Werthe für $\log \text{Brig. } \frac{\alpha' - \alpha}{\alpha}$:

9,9976.	9,9991.	9,9974.	0,0018.	0,0030.	0,0036	9,9986.
0,0019.	0,0036.	0,0038.	0,0043.	9,9964.	0,0001.	9,9997.
0,0037.	0,0050.	0,0041.	0,0061.	0,0014.	9,9959.	0,0001.

Ich wandte das Mittel aus allen diesen Zahlen an; dieses ist 0,0013.

Für den kleineren Werth von w_0 durfte $\frac{\alpha' - \alpha}{\alpha}$ nur mit

geringerer Genauigkeit bestimmt werden; für diesen fand ich aus 4 Beobachtungen für $\log \text{Brig}: \frac{a' - a}{\alpha}$ die Werthe:

1,235, 1,250, 1,211, 1,232.

Das Mittel hieraus ist: 1,232.

Aus diesen beiden Zahlen mußte $\left(\frac{J_2}{i_2}\right)'$ und $\left(\frac{J_2}{i_2}\right)''$ berechnet werden. Die Schwingungsdauer des Magnets bei ungeschlossenen Multiplicatordrahte, T , hatte sich gefunden:

= 7'', 095 mitt. Zeit

und Beobachtungen über die Abnahme der Schwingungen, die geschahen, während der Multiplicatordraht auf dieselbe Weise geschlossen war, als bei den eben beschriebenen Versuchen, hatten das logarithmische Decrement, d. h. nach

unserer Bezeichnung $\log \text{Brig}. e^{\eta\pi}$ ergeben:
= 0,0267.

Hieraus folgte:

$$\lg e^{\eta \text{arc cotg } \eta} = 0,0132$$

und

$$\left(\frac{J_2}{i_2}\right)' = 0,4283 \frac{1}{i_1'}$$

$$\left(\frac{J_2}{i_2}\right)'' = 0,0252 \frac{1}{i_1''}$$

Die Potentiale P' und P'' habe ich unter der Voraussetzung berechnet, daß für die Windungen einer jeden der Drahtrollen Kreise substituirt werden könnten, die in gleichen, als unendlich klein zu betrachtenden Zwischenräumen lägen. Durch diese Voraussetzung wurde das Potential je zweier Drahtrollen ein 6faches Integral; zu integriren war nach den Peripherien, den Höhen und den Radien der beiden Rollen. Die 4 ersten Integrationen ließen sich analytisch mit Hülfe elliptischer Transcendenten ausführen, und die numerische Berechnung der Potentiale hätte keine Schwierigkeit gehabt, wenn nicht die Integrationen nach den Radien hinzugekommen wären; um diese auszuführen, mußte ich zu mechanischen Quadraturen meine Zuflucht nehmen, und diese erforderten eine ziemlich mühsame Rechnung. Das Resultat war

$$P' = - 2\,229\,000 \text{ Zoll}$$

$$P'' = - 2\,519\,000 \text{ Zoll}$$

und hieraus ergab sich:

$$P = P' \frac{w_1''}{w_1' + w_1''} + P'' \frac{w_1'}{w_1' + w_1''} = - 2\,383\,000 \text{ Z.}$$

Es wird hiernach, wenn man die Leitungsfähigkeit des Kupfers $= 1$ setzt:

$$\epsilon = \frac{1}{192 \text{ Quadrat Zoll.}}$$

Dieses Resultat läßt sich auch folgendermaßen aussprechen:

Es ist die Constante $\epsilon = 1$, wenn man als Einheit der Geschwindigkeit die Geschwindigkeit von 1000 Fufs in der Sekunde, als Einheit des Widerstandes den Widerstand eines Kupferdrahtes von einer Quadratlinie Querschnitt und 0,434 Zoll Länge annimmt.

IV. *Untersuchung über die latente Schmelzwärme, von Hrn. C. C. Person.*

(*Ann. de chim. et de phys.*, Ser. III, T. XXIV., p. 129.)

Zweiter Theil 1).

Bestimmung der Gesamtwärme in Körpern und des absoluten Nullpunktes.

Im ersten Theil dieser Untersuchungen hat man gesehen, daß die latente Schmelzwärme einer selben Substanz sich ändert mit der Temperatur, bei welcher die Aenderung des Aggregatzustands geschieht, daß z. B. das Wasser, wenn es bei $- 10^\circ \text{ C.}$ gesteht, nur 74,2 Wärmeeinheiten entwickelt, während es deren 79 ausgiebt, sobald es bei 0° gefriert, und daß im Allgemeinen die latente Wärme gegeben wird durch die Formel

$$(160 + t) \delta = l$$

1) Der erste Theil findet sich in diesen *Annal.* Bd. 74, S. 409 u. 509. P.

worin t die Temperatur, bei der die Aenderung des Aggregatzustands geschieht, und δ den Unterschied der specifischen Wärmen beim starren und flüssigen Zustand bezeichnet.

Es wurde dann erkannt, dafs diese Formel sich nicht allein beim Wasser bewährt, sondern auch beim Phosphor, Schwefel, salpetersaurem Natron und salpetersaurem Kali, d. h. bei sehr verschiedenartigen Substanzen, deren latente Wärmen von 5 bis 79 Einheiten und deren Schmelzpunkte 0° bis 340° C. gehen.

Physikalisch bedeutet diese Formel, dafs der Unterschied der beiden specifischen Wärmen, addirt vom Schmelzpunkt bis zum Punkte -160° C., die latente Wärme giebt. Es handelt sich nun darum nachzusehen, weshalb die Gränze von 160° unter Null dieselbe sey für die verschiedenen Substanzen.

A. a. O. S. 526 haben wir bemerkt, dafs die Formel so: $(160 + t) c + l = (160 + t) C$ geschrieben werden könne, und daraus folge, dafs die Wärme $(160 + t) c + l$, welche in einer flüssigen Masse zwischen dem Schmelzpunkt und -160° C. enthalten ist, sich berechnen lasse, wie wenn die Masse flüssig bliebe und seine specifische Wärme C behielte. Es giebt also in der Temperatur -160° C. etwas ganz Besonderes, und wirklich werden wir sehen, dafs man sie als die möglichst niedrige Temperatur betrachten mufs, als diejenige, bei welcher keine Wärme mehr in den Körpern vorhanden ist.

Die sämmtliche in einem Körper enthaltene Wärme wird also bekannt seyn, wenn man ihr *Verhältnifs* und ihren *Unterschied* mit der in einem andern Körper enthaltenen Wärme kennt. Wäre das Verhältnifs der specifischen Wärmen constant, so würde diefs Verhältnifs genau das der Gesamtwärmen seyn. In Wahrheit aber variirt es mit der Temperatur, jedoch wenig, so dafs man es angenähert als das Verhältnifs der in zwei Körpern zwischen denselben Temperaturgränzen enthaltenen Wärmemengen ansehen kann, besonders wenn diese Gränzen ein Intervall von kaum 200 Graden umfaßt. Um eine Idee von der Kleinheit des Feh-

lers zu erhalten, den man begehrt, wenn man das Verhältniß als constant annimmt, wollen wir nach dieser Hypothese die in verschiedenen Substanzen zwischen 0° und 300° C. enthaltenen Wärmen aus den Versuchen von Dulong und Petit berechnen:

	Wärmegehalt zwischen 0° und 300° C.		
	berechnet	gefunden	Fehler
Eisen	32,9	36,5	0,10
Zink	27,8	30,4	0,09
Silber	16,7	18,3	0,09
Glas	53,1	57,0	0,07
Kupfer	28,5	30,4	0,06
Platin	10,0	10,6	0,06
Quecksilber	9,9	10,5	0,06
Antimon	15,7	16,5	0,05

Wie man sieht, beträgt für ein Intervall von 300° der größte Fehler nur ein Zehntel des wahren Werthes, und im Mittel nur 0,06 oder 0,07. Für ein Intervall von 200° würde der Fehler nicht einmal halb so groß seyn. So giebt zwischen 0 und 200° für das Eisen die Rechnung 22 und der Versuch 23 Einheiten, also beträgt der Fehler nur 0,04. Und da die Variation der specifischen Wärme in niederen Temperaturen kleiner ist als in höheren, so darf man erwarten, daß bei Intervallen unterhalb Null die Fehler noch geringer seyen.

Bezeichnen wir nun mit x und x' die Gesamtwärmen des Eisens und eines anderen Körpers vom gewöhnlichen Nullpunkt aus, und mit c und c' die specifischen Wärmen, so hat man, nach dem oben Gesagten, sehr angenähert:

$\frac{x}{x'} = \frac{c}{c'}$, wenigstens wenn das Intervall nur etwa 200 Grade beträgt, und dies ist der Fall, wie wir sehen werden. Hiedurch kennen wir schon das *Verhältniß* der Gesamtwärmen; es bleibt nun noch ihren *Unterschied* zu ermitteln. Allein dieser Unterschied wird nur vollkommen bekannt seyn, wenn wir das Wasser zum Vergleichspunkt nehmen, denn wir haben $x' - x = l$, wo l die latente Wärme = 79,2 Einheiten bezeichnet.

Allein dann scheint die Relation $\frac{x}{x'} = \frac{c}{c'}$ als eine zu gewagte Anwendung des Princips der Proportionalität der gesammten mit den specifischen Wärmen; denn c' wird die specifische Wärme des flüssigen Wassers unter Null und dieser Fall weicht ab von den in der Tafel enthaltenen.

Um auf diesen Einwurf zu antworten, bemerke ich zuvor, daß das Wasser seine specifische Wärme nicht ändert, wenn es unter Beibehaltung des flüssigen Zustands unter Null hinabsinkt. Ich habe dies auf zweierlei Weise bewiesen ¹⁾. Ich füge hinzu, daß die bei gleichem Gewicht zwischen 0° und — 160° C. im Eise und flüssigen Wasser enthaltenen Wärmen genau im Verhältniß der specifischen Wärmen stehen. Denn die zwischen diesen Gränzen in 1 Kilogr. Eis enthaltene Wärme ist — 160 c , die in einem Kilogr. Wasser enthalten = 160 $c + l$; aber vermöge der Gleichung $(160 + t) \delta = l$, welche ein Resultat der Erfahrung ist, haben wir $160 c + l = 160 c'$, wo c' die specifische Wärme des Wassers bezeichnet. So kommt denn:

$$\frac{160 c}{160 c + l} = \frac{c}{c'}.$$

Sehen wir demnach die Proportionalität sich für den Wärmegehalt zwischen 0° und — 160° bewähren, so ist es wohl natürlich sie auf den Fall anzuwenden, wenn die gesammten Wärmen wenig von den andern abweichen; und dies ist genau der Fall.

Verhältniß und Unterschied finden sich demnach bestimmt durch die Gleichungen:

$$\frac{x}{x'} = \frac{c}{c'} \text{ und } x' - x = l$$

in welchen

$$c = 0,504 \quad c' = 1 \text{ und } l = 79,2$$

woraus

$$x = 80,4 \text{ und } x' = 159,6$$

d. h. die in 1 Kilogr. Eis bei 0° enthaltene Gesamt-

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. III. T. XXI. p. 313.* (Annalen Bd. 74, S. 427.)

wärme ist beinahe 80 Einheiten, und die bei derselben Temperatur in 1 Kilogrm. Wasser 160.

Bemerken wir, daß für diese beiden Körper die gesammte Wärme 160 Mal so groß ist als die für eine Erhöhung der Temperatur um einen Grad erforderliche. Nach der Relation $\frac{x}{x'} = \frac{c}{c'}$ muß dies für jeden andern Körper eben so seyn. Bezeichnet z. B. x' die bei 0° in 1 Kilogrm. Schwefel enthaltene Wärme, und c' die specifische Wärme desselben im starren Zustand, so ergibt sich

$$x' = \frac{x}{c} c' = 160 c'.$$

Wenn man also von einem bei 0° genommenen Körper das 160 fache der Wärme abzieht, die seine Temperatur um einen Grad zu ändern vermag, so enthält er keine Wärme mehr, d. h. seine Temperatur ist die des *absoluten Nullpunkts*. Somit findet man diesen absoluten Nullpunkt auf der Scale der Grade gleicher Capacitäten bei 160° unter dem gewöhnlichen Nullpunkt.

Hr. Pouillet hat gefunden, daß die Temperatur des Himmelsraums, abgesehen von der Sonne, 160 Grade unter dem gewöhnlichen Nullpunkt betragen müsse, ohne jedoch ganz Null zu seyn. Dies ist kein Einwand gegen das von mir erlangte Resultat. Denn zunächst sind die Grade des Hrn. Pouillet nicht Grade gleicher Capacität, und dann schließt seine Bestimmung, gleich der meinigen, eine Unsicherheit von einigen Graden ein, und dies reicht hin, nicht allein keinen Widerspruch zwischen beiden Resultaten stattfinden zu lassen, sondern vielmehr Bestätigung.

Latente und specifische Wärme flüssiger Metalle.

Bisher habe ich beim Studium der latenten Wärme nur nicht-metallische Körper betrachtet; jetzt werde ich Metalle untersuchen.

Ich wandte hiezu dieselben Methoden wie bei den Salzen an; nur liefs ich, da hier keine Auflösung zu fürchten stand, das Wasser des Calorimeters in die Büchse dringen,

wenn das Metall erstarrt und etwas erkaltet war; dieß kürzte den Versuch sehr ab. Da das Niveau alsdann im Calorimeter sank, so nahm die Erkaltungsgeschwindigkeit ein wenig ab; diese Abnahme wurde in Rechnung gezogen.

Die Erkaltung des Metalls, während der Handhabung des Eintauchens in das Calorimeter, ermittelte man durch einen vorherigen Versuch, der darin bestand, daß man den Ofen über der Lampe fort drehte und den Gang des in das Glaskügelchen getauchten Thermometers verfolgte. Man sah z. B. daß, wenn dieser Gang regelmäßig geworden, 680 Grm. Blei bei 350° um 2° in drei Sekunden sanken. Als demnach mit dieser Masse und bei dieser Temperatur der Act des Eintauchens etwa vier Sekunden dauerte, zog man von dem abgelesenen Thermometerstand, nachdem er stationär geworden, drei Grad ab.

Die Schmelzpunkte wurden bestimmt mit Thermometern aus Krystallglas von Choisy-le-Roi, deren Angaben man mittelst der Tafel des Hrn. Regnault auf die des Luftthermometers reducirt hatte. Diese Tafel wurde etwas erweitert um den Schmelzpunkt des Zinks zu erreichen. Durch eine Einrichtung, die ich in den *Comptes rendus de l'academie des sciences* beschrieben habe, konnten die Thermometer bis 460° C. gehen.

Die folgende Tafel umfaßt dreizehn Versuche mit Zinn, Wismuth, Blei und Zink, und daraus sind die specifische Wärme C für den flüssigen Zustand und die latente Wärme l hergeleitet. Die Berechnung von l für das Zink setzt $C = 0,105$ voraus, was sich nicht sehr von der Wahrheit entfernen kann, da $c = 0,09555$ ist (Was die Bezeichnungen und Formeln betrifft, so sehe man den ersten Theil, Annal. Bd. 74, S. 419 und 513). Die Rechnungen sind in Bezug auf das Luftthermometer gemacht. Die zweite Tafel giebt die mittleren Werthe von C und l , hergeleitet aus der ersten.

Wärme, abgegeben von 1 Grm. Metall zwischen t^0 und t'^0 .

	No. d. Ver- suchs	M	T	T'	α	m	t Quecks.	t Luft	t'	μ	A	Dauer	C	t	
Zinn do.	I.	1023,0	12,329	19,458	—	586,0	231,7	346,0	337,0	19,6	0,86	32,798	41'	0,0638	
do.	II.	1020,0	13,535	18,882	—	342,0	207,6	248,5	245,7	19,0	0,83	27,001	37		14,157
do.	III.	1030,0	12,856	21,533	—	902,7	289,5	342,5	333,9	21,6	1,11	32,759	36	0,0636	
do.	IV.	1000,0	13,536	22,109	—	637,0	313,5	267,2	263,6	22,2	1,21	28,252	30		14,348
Wismuth do.	I.	1001,2	14,826	25,797	—	1306,0	508,2	371,9	360,1	25,9	1,15	23,413	34		
do.	II.	1010,0	15,377	26,833	—	1042,0	601,8	283,0	278,6	26,9	1,35	20,400	33	0,0366	12,580
do.	III.	1010,0	15,778	23,374	—	466,0	373,3	294,5	289,5	23,5	1,18	20,944	26	0,0360	12,699
Blei do.	I.	1010,0	15,724	24,642	—	1008,0	606,2	362,8	352,0	24,8	1,18	15,865	32	0,0402	5,364
do.	II.	1021,6	13,823	20,263	—	573,6	353,2	451,2	430,3	20,5	0,9	19,156	40		
do.	III.	1030,0	16,500	27,024	—	92,0	683,0	344,7	335,9	26,5	1,8	15,175	14	0,0402	5,375
Zinn, gem. do.	I.	1010,0	14,918	22,338	—	778,0	120,9	444,0	424,4	22,4	0,7	66,050	39		27,60
do.	II.	1020,0	12,190	23,723	—	1244,0	187,7	447,0	426,7	23,8	1,04	66,956	43		28,36
Zinn, dest.	III.	1020,0	15,709	30,760	—	262,0	229,0	447,5	427,2	30,8	1,02	66,43	23		28,43

Schmelzpunkt, spezifische und latente Wärme.

	Schmelzpunkt nach dem		Spezifische Wärme im		Latente Wärme.	Grenzen für den flüssigen Zustand.
	Queck- silber- Thermometer.	Luft- Zustand.	starren Zustand.	flüssigen Zustand.		
Zinn	235° 0	232° 7	0,05623	0,0637	14,752	250° u. 350°
Wismuth	270,5	266,8	0,03908	0,0363	12,640	280 u. 380
Blei	334,0	326,2	0,0314	0,0402	5,369	350 u. 450
Zinn	433,3	415,3	0,09555		28,13	

Die specifischen Wärmen im festen Zustande sind die von Hrn. Regnault zwischen 0 und 100° gefundenen. Der Schmelzpunkt des destillirten Zinks ist 433°,3 C.; für das gewöhnliche Zink fand ich 434.

Eine merkwürdige Thatsache, die aus dieser Tafel hervorgeht, ist die, daß bei den Metallen der Uebergang aus dem flüssigen Zustand keine beträchtliche Aenderung in der specifischen Wärme herbeiführt; die Zunahme, die man bemerkt, ist von der Ordnung derjenigen, die Dulong in hohen Temperaturen bei starr bleibenden Metallen gefunden hat. Zur Stütze dieses Resultats bemerke ich, daß Hr. Regnault für die specifische Wärme des Quecksilberatoms im flüssigen Zustand eine Zahl gefunden hat, die sehr wenig von denen abweicht, die er für die andern Metalle beim starren Zustand erhalten hat.

Warum führt aber der flüssige Zustand einen so geringen Unterschied in der specifischen Wärme der Metalle herbei? Der wahrscheinlichste Grund ist wohl der, daß die Liquidität der Metalle im Vergleich zu der des Wassers, des Schwefels oder der Salze sehr unvollkommen ist.

Weil für die Metalle beinahe $\delta = 0$, bewährt die Formel $(160 + t) \delta = l$ sich nicht. Indefs habe ich gefunden, daß die latente Wärme der Metalle sich ändert wie die der übrigen Substanzen, wenn man es so einrichtet, daß man sie unter ihrem gewöhnlichen Schmelzpunkt flüssig hat. In der d'Arcet'schen Legirung z. B. gestehen Zinn, Wismuth und Blei erst bei 96° C., allein in diesem Fall ist ihre latente Wärme weit geringer als die, welche wir so eben bei hohen Temperaturen fanden. Noch mehr: dieselbe Formel $(160 + t) \delta = l$, welche sich anfangs nicht zu bewähren scheint, kann dennoch die neue latente Wärme ausdrücken. Dazu reicht es hin, die Liquidität hinreichend zu definiren.

Bei den früher studirten nicht-metallischen Substanzen ist die Liquidität vollkommen und zugleich hat die specifische Wärme zum Maafs $c + \frac{l}{160 + t}$. Bei den Metallen

aber ist die Liquidität unvollkommen und ihre specifische Wärme geht kaum über c . Nimmt man an, im Zustand *wahrer Liquidität* (welche z. B. bei einer geringeren Molecular-Attraction stattfinden könnte) sey die specifische Wärme der Metalle auch $c + \frac{l}{160 + t}$, so erklären sich die Veränderungen, welche die latente Wärme mit der Temperatur des Schmelzens erleidet, und man kann diese latente Wärme selbst numerisch angeben, wir wir dieß bei den wahrhaft stabilen Legirungen, namentlich bei der d'Arcet'schen Legirung, sehen werden.

In einer anderen Abhandlung werde ich ein Gesetz für die latente Wärme der nicht legirten Metalle kennen lehren. Mit diesem Gesetz kann man, wenn die latente Wärme eines Metalls gegeben ist, die der übrigen Metalle durch Versuche finden, bei denen von Wärme gar nicht die Rede ist.

Messung der latenten und specifischen Wärmen in hohen Temperaturen durch die Erkaltungsmethode.

Rudberg hat die latente Wärme einiger Metalle gemessen, indem er ihre Erkaltung mit der einer Masse Quecksilber verglich. Folgendes Verfahren halte ich für genauer. Innerhalb einer Hülle von constanter Temperatur hänge man ein Kügelchen von dünnem Glase auf, das geschmolzenes Zinn und ein Thermometer enthält; die Erkaltungsgeschwindigkeit ist gegeben durch die Dulong-Petit'sche Formel:

$$u = m(a^T - 1) + nT^b \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

worin m und n constante Coëfficienten sind, T der Temperatur-Ueberschuss, $a = 1,0077$ $b = 1,233$. Die Herren de la Provostaye und Desains haben kürzlich diese Formel für den Fall einer Glashülle bestätigt; der Coëfficient m zeigt dann keine Veränderlichkeit; u ist hier in Wärmeeinheiten gerechnet; dieß ist erlaubt, weil die Formel sich immer bewährt, man mag die Capacitätsveränderungen des Quecksilbers in Rechnung ziehen oder nicht ¹⁾, nur haben m und n nicht gleichen Werth in beiden Fällen.

1) *Ann. de chim. et de phys. Ser. III. T. XVI. p. 422.* (Annalen Bd. 69, S. 402.)

Da T fast während der ganzen Zeit der Erstarrung des Zinns unverändert bleibt, so hat man dadurch einen Werth von u , den man als sehr genau betrachten kann, nämlich:

$$u = \frac{pl + (pc + \mu) \Delta T}{\Delta t} \dots \dots \dots (B)$$

p ist das Gewicht des Zinns, l seine latente Wärme, c seine specifische Wärme, μ das Aequivalent des Thermometers und des Glaskügelchen, ΔT die Variation des Temperatur-Ueberschusses während der Entbindung von l , Δt die Zeit dieser Entbindung.

Hier die Data eines Versuchs: $p=49,4$ Grm., $l=14,3$; $c = 0,06$ für Temperaturen nahe am Schmelzpunkt, sey es im starren oder flüssigen Zustand; $\mu = 0,55$; $\Delta T = 8^\circ$; $\Delta t=301''$ woraus $u=2,4403$. Der Schmelzpunkt des Zinns ist $232^\circ,7$ C., auf dieser Temperatur blieb das Thermometer etwa 200 Sekunden; während der übrigen Zeit Δt variierte es 4° bald darüber, bald darunter. Hienach nehme ich $232,7$ als mittlere Temperatur an, und da die umgebende Temperatur beinahe $13^\circ,7$ war, so giebt dies $T = 219$.

Nun bestimme ich mittelst des Newton'schen Gesetzes zwischen engeren Gränzen einen zweiten Werth von u in der Nähe von 100° . Bezeichnet man mit v die Erkaltungsgeschwindigkeit in Graden, so hat man:

$$v = \frac{T}{\tau} \log \frac{T_0}{T_1} = aT$$

wo T_0 und T_1 zwei durch die Zeit τ getrennte Temperatur-Ueberschüsse und T fast das Mittel zwischen T_0 und T_1 .

Zunächst versichere ich mich, dafs in dem betrachteten Intervall das Integral der Gleichung den Gang der Erkaltung wohl vorstelle, d. h. genau den beobachteten Temperatur-Ueberschufs wiedergebe. Dies Integral ist $\log T = \log T_0 - at$. Aber mit den Werthen $T_0 = 100$, $T_1 = 78$, $\tau = 97''$ erhält man $a = 0,00256$; für $t = 45''$ kommt dann $T = 89$, was in der That der beobachtete Werth ist. Für diesen Temperatur-Ueberschufs von 89° schliesse ich, habe man $v = 0,22784$, woraus $u = (pc + \mu) v = 0,7722$, wenn $c = 0,0563$ genommen wird.

Bestimmt man nun die beiden Constanten m und n mit-

telst zweier Paare eben erhaltener Werthe von u und T , so findet man $\log m = 0,8111012 - 2$; $\log n = 0,4468486 - 3$.

Nun ist man im Stande, mittelst der Formel (A) die Wärme anzugeben, welche das Kugelchen, während seine Temperatur stationär blieb, bei irgend einer Temperatur, wenigstens von 300° an, verloren hat. Ersetzt man das Zinn durch ein anderes geschmolzenes Metall, so bleibt die Temperatur während des Entweichens der latenten Wärme constant und diese wird demnach gemessen werden können. Hierzu giebt die Gleichung (B)

$$l = \frac{u \Delta t}{p} - \left(c + \frac{u}{p} \right) \Delta T.$$

Hier einen Probeversuch mit Wismuth. Es war $p = 65,7$; die Entwicklung der latenten Wärme dauerte 284 Sekunden; während der ersten 210 blieb das Thermometer fast stillstehend, auf $266^\circ,8$, was also der Schmelzpunkt war; während der Rest der latenten Wärme entwich, sank es ziemlich um $22^\circ,6 = \Delta T$; in dieser zweiten Periode hatte man also eine mittlere Temperatur von $261^\circ,8$. Da die umgebende Temperatur 12° war, so hatte man einen Ueberschufs $T_1 = 255^\circ$ für das Intervall $\Delta t_1 = 210''$ und einen Ueberschufs $T_2 = 250^\circ$ für $\Delta t_2 = 74''$. Bezeichnet man mit u_1 und u_2 die entsprechenden, aus der Formel (A) gezogenen Geschwindigkeiten, so kommt $u \Delta t = u_1 \Delta t_1 + u_2 \Delta t_2$, woraus $l = 12,3$. Das Calorimeter gab 12,6; also betrug der Unterschied nur $\frac{1}{10}$.

Man sieht, die Entbindung der latenten Wärme ist beendet, wenn die durch diese Entbindung verlangsamte Erkaltung den Gang annimmt, welchen sie späterhin behalten muß. Dieser Gang besteht darin, daß die zum Durchsinken einer gleichen Anzahl von Graden erforderliche Zeit regelmäßig zunimmt; dagegen wird sie abnehmen, während der Rest der latenten Wärme sich entwickelt. Weiterhin werden wir die Anwendungen dieser Methode auf Fälle sehen, wo man das Calorimeter nicht gebrauchen kann.

Nach der Art, wie mehrere Physiker die Erkaltungsmethode

darstellen, sollte man meinen, sie wäre nur anwendbar innerhalb der Gränzen, für welche das Newton'sche Gesetz gültig ist; allein in Wirklichkeit ist die Methode unabhängig von dem Gesetz, welches die Erkaltung regelt, und angenommen, sie gebe für grofse Temperatur-Ueberschüsse weniger genaue Resultate, so rührt diefs nicht her von der Ungenauigkeit, die dann das Newton'sche Gesetz darbietet,

Die wesentlichen Bedingungen der Methode sind: 1) dafs die Erkaltungsgeschwindigkeiten, gerechnet in Wärme-Einheiten, gleich seyen, d. h. dafs für zwei Körper, die man bei constant bleibendem Temperaturüberschufs betrachtet, eine Gleichheit der Wärmeverluste in der Zeiteinheit bestehe; 2) dafs die specifischen Wärmen constant seyen oder allgemeiner, dafs zwischen den Wärme-Aequivalenten zweier betrachteten Körper ein constantes Verhältnifs bestehe (Wir verstehen unter Wärme-Aequivalenten die Wärmemengen, die nöthig sind, in demselben Theil der Scale eine Veränderung von einem Grad zu erzeugen); endlich dafs alle Punkte jedes Körpers nahezu gleiche Temperatur besitzen. Sind diese Bedingungen erfüllt, so ist die Methode gültig, wie auch das Erkaltungsgesetz beschaffen seyn möge.

In der That sey dT die Abnahme des Temperatur-Ueberschusses T während der unendlich kleinen Zeit τ , so ist $\frac{dT}{\tau}$ die Erkaltungsgeschwindigkeit gezählt in Graden. Sey q das Wärme-Aequivalent eines Körpers, der z. B. aus einem Glaskügelchen, dem darin befindlichen Thermometer und geschmolzenem Metall bestehe, so ist $\frac{q dT}{\tau}$ die Erkaltungsgeschwindigkeit des Systems gezählt in Wärme-Einheiten. Für einen andern Körper der dieselbe Erkaltung dT erfährt hat man $\frac{q' dT}{\tau}$.

Bezeichnet man mit q, q_1, q_2, \dots , die Wärme-Aequivalente eines der Körper (welche Aequivalente für verschiedene Werthe von dT sich ändern können, aber immer dasselbe Verhältnifs zu den Aequivalenten $q', q', q'_2 \dots$ eines andern Körpers bewahren) so hat man durch die zweite Bedingung:

$$\frac{q}{q'} = \frac{q_1}{q'_1} = \frac{q_2}{q'_2} \dots = \text{const.} = a$$

Die erste Bedingung führt zur Gleichheit:

$$\frac{q}{q'} = \frac{\tau}{\tau'} = a \text{ d. h. } \frac{\tau}{\tau'} = \frac{\tau_1}{\tau'_1} = \frac{\tau_2}{\tau'_2} \dots = a$$

wo $\tau_1, \tau'_1, \tau_2, \tau'_2, \dots$ Die unendlich kleinen Zeiten bezeichnen, die in den verschiedenen Perioden der Erkaltung zur Veränderung dT erforderlich sind. Die fortgesetzten Proportionen gaben;

$$\frac{q}{q'} = \frac{q + q_1 + q_2 \dots}{q' + q'_1 + q'_2 \dots} = \frac{Q}{Q'}; \quad \frac{\tau}{\tau'} = \frac{\tau + \tau_1 + \tau_2 + \dots}{\tau' + \tau'_1 + \tau'_2 + \dots} = \frac{t}{t'}$$

woraus

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{t}{t'}$$

d. h. dafs die Gesammtmengen Q und Q' der während einer Erkaltung um eine gleiche Zahl von Graden verlorenen Wärmen sich verhalten wie die Zeiten t und t' , die von den zwei betrachteten Körpern zur Erkaltung verwandt werden.

Seyen nun

$$Q = pc + \mu, \quad Q' = p'c' + \mu$$

wo p, p' die Gewichte beider Substanzen, c, c' ihre specifischen Wärmen, μ das Aequivalent des Gefäßes und des Thermometers, so hat man:

$$\frac{pc + \mu}{p'c' + \mu} = \frac{t}{t'}$$

und diefs ist die Gleichung, mit welcher man die specifische Wärme nach der Erkaltungsmethode berechnet; man gelangt zu ihr, wie man sieht, ohne Hülfe des Newton'schen Gesetzes.

Die eigentlichen Bedingungen der Methode sind erfüllt, wenn man mit kleinen, in einem Glaskügelchen geschmolzenen Metallmassen operirt. Der Versuch zur Messung der latenten Wärme des Wismuths bestätigt insbesondere die erste Bedingung, dafs die Erkaltungsgeschwindigkeiten, gezählt in Wärme-Einheiten, gleich sind unter gleichen Umständen. Hier noch zwei Bestätigungen an der d'Arcet'schen und der Rose'schen Legirung im *flüssigen Zustande*. Der Gang der Erkaltung zeigte zunächst, dafs in diesem Zustand keine plötzliche Aenderung in ihrer specifischen Wärme stattfindet.

Ich operirte mit 49,4 Grm. Zinn und 67,9 Grm. d'Arcet'scher Legirung in einem Glaskügelchen, dessen Aequivalent, mit dem eingetauchten Theil des Thermometers, 0,5 Wärme-Einheiten betrug. In einer Hülle von Wasser, dessen Temperatur 10° betrug, gebrauchte das Zinn 281 Sekunden um von $215^{\circ},2$ auf 105° zu sinken; die Legirung erforderte dazu 260 Sekunden. Nimmt man $c = 0,058$ für die spezifische Wärme des Zinns gegen 150° , so giebt die Formel $c' = 0,038$ für die Legirung. Wie wir aber sogleich sehen werden giebt das Calorimeter, gegen 200° , etwas weniger als 0,039.

Für 58,7 Grm. Rose'scher Legirung hatte man, zwischen $215,2$ und 116 Grad, $t' = 210$ Sekunden; für das Zinn $t = 235$; daraus ist $c' = 0,0419$. Das Calorimeter gab 0,0422 gegen 200° . Die Methode liefert also eine grofse Annäherung; ihre Anwendung in Fällen, wo die übrigen Methoden mangelhaft sind, werden wir weiterhin sehen.

Specifische Wärme der Legirungen im flüssigen Zustand.

Ich bestimmte diese specifischen Wärmen durch die Mischungsmethode nach Art wie bei den Metallen; nur war das Kügelchen, welches die Legirung enthielt, unmittelbar in das Wasser des Calorimeters getaucht, wann die Temperatur nicht 150° überstieg. Die folgende Tafel enthält 13 Versuche über 4 Legirungen, deren Schmelzpunkte sehr bestimmt sind, was selten ist; diese Schmelztemperaturen sind durch τ bezeichnet. Ich bemerke noch, dafs wenn man das Thermometer lebhaft bewegt, der Schmelzpunkt bei der d'Arcet'schen und der Rose'schen Legirung um etwa 1 Grad steigt.

Wärme, abgegeben von 1 Grm. der Legirung zwischen t° und t'° .

Legirung.	No. d. Ver- suchs.	M	T	T'	α	m	t Quecks.	t Luft.	t'	μ	A	Dauer	C	
$\text{Bi}_2\text{Pb}_2\text{Sn}_2$ (d'Arce's oder New- ton's Leg.) $\tau = 96^\circ$	I.	1030	15,465	23,825	—	618	434,3	348,6	339,6	23,9	1,29	20,323	28	0,0392
	II.	1030	14,810	23,840	—	325	471,4	341,4	332,9	24,0	0,92	19,802	25	0,0385
	III.	1056	10,489	19,695	—	1123	839,6	137,0	136,7	20,0	2,73	12,539	27	
	IV.	1056	10,494	15,544	—	746	511,0	107,0	107,0	15,6	2,41	11,463	32	
Bi_2PbSn_2 (Rose's Leg.) $\tau = 94^\circ$	I.	1030	12,191	23,382	—	732	535,5	350,5	341,1	25,0	1,58	21,946	40	0,0412
	II.	1030	14,691	22,454	—	953	429,0	325,0	318,0	23,0	1,20	21,464	70	0,0432
	III.	1200	11,888	16,048	—	42	561,3	119,1	119,0	18,1	1,60	13,062	29	
	IV.	1030	13,344	21,076	—	1059	520,8	362,3	351,7	21,4	1,50	16,470	60	0,0350
Bi_2Pb_2 $\tau = 122^\circ,4$	I.	1030	13,642	20,486	—	1046	476,0	354,3	345,4	20,7	1,10	16,269	67	0,0350
	II.	1200	11,547	15,781	—	21	521,5	144,4	144,1	16,0	1,40	9,365	33	
	III.	1030	14,844	21,988	—	366	328,2	271,2	267,4	22,3	0,75	22,968	49	0,0456
Bi_2Sn_4 $\tau = 135^\circ,3$	I.	1030	16,387	26,493	—	1173	484,2	278,4	274,3	27,0	1,70	23,036	43	0,0452
	III.	1200	13,274	19,572	—	1036	480,0	146,0	145,7	19,6	1,48	17,532	75	

Wir werden in einer Tafel die mittleren specifischen Wärmen der Legirungen im flüssigen Zustande unter der Bezeichnung c vereinigen. Nach den Gränzen, zwischen welchen man sie genommen hat, wird man sie sonach für etwa 200° haben.

Aus Hrn. Regnault's Versuchen und den weiterhin folgenden geht hervor, dafs in niederen Temperaturen, d. h. unter 50° , die specifische Wärme einer Legirung nicht merklich abweicht von der, welche ein blofses Gemenge, nach den Verhältnissen der Legirung gemacht, haben würde. Ich sage nun, dafs dasselbe von den Legirungen im flüssigen Zustande gilt. Bezeichnen wir mit k und K die specifischen Wärmen eines Gemenges, gemacht im Verhältnifs der Legirung erst mit den starren und dann mit den flüssigen Metallen. Die mittlere specifische Wärme des Gemenges bei 200° herum wird $\frac{1}{2}(k + K)$ seyn; nun findet man sehr nahe $\frac{1}{2}(k + K) = C$ wie folgende Tafel zeigt. Streng genommen ist $\frac{1}{2}(k + K) < C$, allein der Unterschied ist äufserst klein und überdies erklärt sich dieser Unterschied, wenn man erwägt, dafs $\frac{1}{2}(k + K)$ dem Punkte 200° entspricht, während C für 220° gilt. Folglich darf man schliessen, dafs die specifische Wärme der flüssigen Legirung oder der getrennten Metalle gleich ist, bei gleicher Temperatur. Wir setzen hiebei die etwa beim Schmelzpunkt stattfindenden Anomalien bei Seite.

Legirungen.	k	K	$\frac{1}{2}(k+K)$	C	$C - \frac{1}{2}(k+K)$
$\text{Bi}_3 \text{ Pb}_2 \text{ Sn}_2$	0,0356	0,04256	0,03908	0,03895	— 0,00013
$\text{Bi}_2 \text{ Pb Sn}_2$	0,03785	0,04447	0,04116	0,04219	+ 0,00103
$\text{Bi}_3 \text{ Pb}_2$	0,03106	0,03784	0,03444	0,03503	+ 0,00059
$\text{Bi}_3 \text{ Sn}_1$	0,0415	0,04792	0,04447	0,04540	+ 0,00070

(Schluß im nächsten Heft.)

V. *Untersuchungen über den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre in den Alpen; von Dr. Hermann und Adolph Schlaginweit in München.*

Wegen der größeren specifischen Schwere der Kohlensäure erwarteten ältere Physiker, daß ihre größte Menge in den unteren Schichten der Atmosphäre verweile. Die Entdeckung Horace v. Saussure's, daß auch die Luft auf dem Montblanc das Kalkwasser trübte, war daher eine nicht weniger neue als unerwartete Thatsache. Doch wir wollen hier die ersten Versuche über diesen Gegenstand übergehen, und zunächst an jene anknüpfen, welche Theodor von Saussure (der Sohn) im Jahre 1830 veröffentlichte. Eins der interessantesten Resultate derselben war, daß die Kohlensäure mit der absoluten Höhe zunimmt. Schon Saussure selbst hat diese Erscheinung, sowie die meisten anderen Schwankungen im Kohlensäuregehalt mit der Zersetzung dieses Gases durch die Pflanzen in Verbindung gebracht. Bei der Wichtigkeit, welche diese Fragen gegenwärtig für die Pflanzenphysiologie erlangt haben, war es uns um so interessanter, ähnliche Versuche anzustellen. Unsere Expedition auf die Gletscher und die Hochregionen der östlichen Alpen, wobei wir 24 Tage in einer Höhe von 2500 Metern beständig wohnten, machte es uns möglich antherakometrische Experimente in sehr bedeutenden Höhen auszuführen. Der höchste bis jetzt untersuchte Punkt war Saussure's *Sommét de la Dôle* bei Genf 1600 Met. über dem Meere.

Bevor wir jedoch auf dieselben näher eingehen, sey es uns erlaubt, die Methode unserer Untersuchungen auseinander zu setzen. Der Apparat war so eingerichtet, daß die Menge der gefundenen Kohlensäure aus Wägungen berechnet wurde. Wir hatten nämlich eine Flasche von bekanntem Volumen, diese wurde mit Wasser gefüllt, und lief durch einen Heber aus. In directem Verhältniß zum Ausströmen des Wassers auf der einen Seite, stand das Einströmen der

Luft auf der andern; wir konnten uns demnach genaue Rechenschaft über die Quantität der analysirten Luft geben, je nachdem wir die Flasche ein oder mehrere Male entleerten. Ehe die Luft in die Flasche eintrat, wurde sie ihrer Kohlensäure und ihres Wassers beraubt; es waren nämlich an der Einströmungsöffnung des Aspirators fünf Röhrchen gebunden in folgender Ordnung: Eine Chlorcalciumröhre, 3 Kaliröhren, und wieder eine Chlorcalciumröhre. Die erste Chlorcalciumröhre, nämlich jene, welche am weitesten von der Flasche entfernt war, diente dazu die atmosphärische Feuchtigkeit zu absorbiren; das Kali der drei folgenden verband sich mit der Kohlensäure, und die letzte Chlorcalciumröhre endlich war mehr der Vorsicht wegen angebracht. Sie sollte das Kali vor Zunahme durch Feuchtigkeitsabsorption von der Flasche aus schützen, wenn bei Unterbrechungen des Ausströmens Luft aus der Flasche aufsteigen sollte — Die Kaliröhren hatten 1 Centimeter Durchmesser auf 9 bis 10 Ct. Länge am nicht ausgezogenen Theile. Sie enthielten 5 bis 7 Grm. Kali. Die Chlorcalciumröhren waren bedeutend größer. — Alle Theile unseres Apparates waren durch Caoutschouk-Röhren luftdicht verbunden. Es verursacht dieses allerdings in jenen Höhen manche Schwierigkeiten; auch der luftdichte Verschluss des Aspirators brauchte wegen der Erschütterungen im Transporte bei jedem Versuche Ausbesserungen. Dieses und das öftere Füllen der Flasche verlängerte jedes Experiment so sehr, daß wir im allgemeinen 3 Stunden als die Dauer desselben bezeichnen müssen. Uebrigens können wir mit der Transportabilität und der Genauigkeit des Apparates sehr zufrieden seyn. Das Princip, welches wir bei der Anlage desselben befolgten, ist dasselbe, welches in der neueren analytischen Chemie in verschiedenen Formen Anwendung gefunden hat. Die älteren Versuche, um auch diese kurz zu berühren, gründeten sich auf die Absorption der Kohlensäure durch Flüssigkeiten, durch Aetzammoniak ¹⁾, Kalkwasser und an-

1) So Humboldt's Anthrakometer; Gilbert Annalen 1797, III, S. 77, Tafel I, Fig. 7.

dern; die Volumverminderung einer abgesperrten Luftmenge gab dann den Gehalt derselben an Kohlensäure. Später gab man Apparaten den Vorzug, welche statt der Ablesungen Wägungen möglich machten. Saussure's Anthrakometer beruhte auf der Gewichtsbestimmung des Niederschlags von kohlensaurem Baryt; sein Apparat hat zwar die Bedingung der Genauigkeit erfüllt, allein er war sehr groß und unbequem. Man mußte ihn ein volles Jahr vor dem Versuche einrichten, und die zu analysirende Luft 2 Monate lang mit dem Barytwasser in Berührung lassen ¹⁾. —

Nachdem wir uns von der Genauigkeit unseres Apparates durch Versuche in München im Universitätslaboratorium des Hrn. Professor Pettenkofer, mit Benutzung einer sehr genauen Oertling'schen Waage angestellt, überzeugt hatten, mußte unsere vorzüglichste Sorge darauf gerichtet seyn, möglichst vergleichbare Untersuchungen anzustellen. Von der Nothwendigkeit solcher Vorsichtsmaßregeln werden wir uns am Besten überzeugen, wenn wir einige jener Gesetze anführen, welche Saussure durch eine Reihe von Beobachtungen über die Schwankungen des Kohlensäuregehalts der Atmosphäre erhalten hat. Er fand nämlich auf seinem Landgute zu Chambeisy einen mittleren Kohlensäuregehalt von 4,60 auf 10000 Raumtheile Luft. Die Variationen dieser Größe waren abhängig von der größeren oder geringeren Feuchtigkeit des Bodens, und von der senkrechten Erhebung; erstere brachte eine Verminderung, die zweite eine Vermehrung der Kohlensäure hervor. Uebereinstimmend mit dem letzteren war auch, daß heftige Winde, besonders in der Richtung von oben nach unten den Kohlensäuregehalt vergrößerten. Die Verminderung dieses Gases durch eine feuchte Oberfläche erhielt eine sehr auffallende Bestätigung in den vergleichenden Versuchen zu Chambeisy und über dem Spiegel des Genfersees. Dieselben Resultate lieferten auch qualitative Untersuchungen von Professor Vogel in München, über der Nordsee und dem Canal von Dieppe. Saussure's Versuche haben

1) Gilbert, Annal. Bd. 54, S. 226.

ferner nachgewiesen, daß sich bei analytischen Prüfungen der Luft auf Kohlensäure an einem und demselben Orte Variationen ergeben, die nicht unbedeutend genannt zu werden verdienen. Er hat demnach bei allen Experimenten, welche die Differenz zweier Punkte zu prüfen hatten, correspondirende Beobachtungen eingeleitet. Für unsere Stationen war dies nicht möglich. In einer Höhe, die sich über 2500 oder 3000 Meter erhebt, ist der Beobachter von so vielen kleinen Störungen abhängig, daß man kaum ein einziges Mal den Moment des Experimentes mit Sicherheit vorausbestimmen konnte. Auch konnte man in diesen abgelegenen Orten bei Niemanden die Uebung finden, welche die Handhabung eines genauen Apparates erfordert. Wir zogen es daher vor, unser Anthrakometer an Tagen zu benutzen, an welchen wir die möglichste Uebereinstimmung der meteorologischen Verhältnisse voraussetzen durften. Wir haben deshalb auch alle Beobachtungen zu gleicher Tageszeit, nämlich zwischen 2 und 4 Uhr begonnen. Als besonders glücklich dürfen wir in dieser Beziehung die Experimente auf der Spitze der Rachen, auf der Johannishütte zweiter Versuch, dem Pasterzengletscher und in Heiligenblut bezeichnen. Allen ging eine Reihe von mehreren schönen Tagen vorher. Störungen waren zu befürchten in Lienz, wo es am vorhergehenden Tag geregnet, und beim ersten Versuch auf der Johannishütte. Wir werden auf die wahrscheinliche Größe dieser Fehler später zurückkommen. — Wegen der großen Wichtigkeit aller Nebenumstände dürfte eine kleine topographische und meteorologische Exposition unserer Stationen nicht überflüssig seyn. — Wir stellten 6 Versuche an fünf verschiedenen Punkten an; diese reihen sich nach ihrer Höhe in folgender Ordnung aneinander.

1. *Lienz.* Das Anthrakometer war außerhalb des Städtchens, also ganz im Freien aufgestellt. Das freie Ende der Röhrchen befand sich 1 Meter über dem Boden. Am Abend vorher hatte es heftig geregnet, am Tage des Experimentes war es wieder ganz heiter; wir begannen am 18. August 3 Nachmittags. Die Flasche wurde 3 Mal entleert, mithin

4997 C. Ct. Luft der Analyse unterworfen. — Lienz liegt in dem weiten ebenen Thale am Zusammenfluß der Isel und Drau (im Pusterthal) an der östlichen Gränze Tyrols. Höhe = 751,8 Meter (2310,7 P. Fufs).

2. *Heiligenblut* im Möllthale. In geradliniger Entfernung nicht ganz 4 geographische Meilen von Lienz gelegen. Es ist der nordöstliche und höchste bewohnte Ort Kärnthens. Seine Höhe beträgt 1307,7 Met. (4025,6 P. Fufs). Unser Instrument befand sich außer dem Bereich der Wohnungen auf dem freien Hügel, welcher die Kirche trägt. Das Wetter der vorhergehenden Tage war heiter und fast windstill. Allein gegen das Ende des Experimentes, am 9. September 4 Uhr Nachmittags, begann es leicht zu regnen; da wir beim Fallen der ersten Tropfen gerade das zweimalige Entleeren der Flasche beendet, mithin 3331 C. Ct. Luft der Analyse unterworfen hatten, unterliessen wir diesmal das dritte Füllen des Aspirators. Wir müssen hier anticipirend für die erhaltenen Resultate bemerken, daß Heiligenblut eine verhältnißmäßig üppige Vegetation besitzt; Getreide gedeiht noch, und es giebt sogar mehrere Laubbäume, wenn auch in geringer Anzahl; die Gränze des Holzes liegt im Möllthal beiläufig 700 Meter Höhe.

3. und 4. *Pasterze* und *Johannishütte*. Die Johannishütte liegt in einer Höhe von 2461,3 Meter (7577,3 P. F.), an der Mitte des Pasterzengletschers; etwa 40 Meter über der mittleren Höhe des Gletschers. Der letztere nimmt jenes große Hochthal ein, welches das Stromgebiet der Möll schließt. Da wir auf der Johannishütte den größten Theil unseres Gletscheraufenthaltes von 1848 zubrachten, konnten wir zwei antherakometrische Versuche anstellen, am 20. August und am 6. September. Das erstere Experiment führen wir nicht unter den vollkommen komparablen auf, weil das Wetter etwas trüb und regnerisch gewesen. Aber der Versuch vom 6. Sept. wurde nach einer Reihe ganz günstiger Tage ausgeführt. Wir werden bei der Mittheilung der Resultate auf die große Uebereinstimmung und die Gründe davon zurückkommen. Bei beiden Versuchen, so-

wie auch bei jenem auf dem Gletscher selbst, strömten 4997 C. Ct. Luft durch die Röhren. — Als wir das Anthrakometer am Gletscher aufstellten, wählten wir einen Punkt in der Nähe des dritten Pfahles unserer Bewegungssignale; 203 Meter vom Ufer entfernt. Seitlicher Einfluß war um so weniger zu befürchten, da die äußere Oeffnung des Röhrenapparates nur 4 Ctm. über dem Eise sich befand.

5. *Gipfel der Rachern.* Die Rachern ist der höchste Punkt einer schönen Gebirgsgruppe, welche sich am linken Ufer der Pasterze, nahe an ihrem Ende bis zu 3365,8 Meter (10361,6 P. F.) erhebt. Ihr Gipfel ist ein ganz isolirter, frei von Schnee. Die Vegetation ist für unsern Fall als Null zu betrachten, obgleich es uns andererseits vom größten Interesse war, in dieser Erhebung außer einigen Flechten noch das sporadische Auftreten einiger Phanerogamen zu entdecken. Wir verweilten auf ihrem Gipfel am 4. September von 12 Uhr Mittags bis 5 Uhr Abends; das Anthrakometer wurde um 2 Uhr in Gang gesetzt. Da uns der mitgebrachte Wasservorrath nicht reichte, kamen wir in die unangenehme Lage, beinahe eine Stunde weit um Wasser schicken zu müssen. Wir benutzten hier 5905 C. Ct. Luft zur Analyse. — Die meteorologischen Nebenumstände für jeden einzelnen Versuch glauben wir am besten in folgende Tabelle zusammen zu fassen.

Meteorologische Bemerkungen.

Num.	Datum	Zeit des Anfangs	Station	Höhe in Metern	Bar. red. in M.M.	Luft. im Schatt.	Befeucht. Therm.	Wind	Zustand d. Atmosph.
I.	18. Aug.	3 Uhr	Lienz	751,8	701,4	20,6	14,3	NVV.	17. Abends, heftiger Gewitterregen. Nebel in der Nähe.
II.	20. Aug.	3 Uhr	Johannishütte (1)	2461,3	570,7	7,0	5,5	SO.	
III.	4. Sept.	2 Uhr	Rachern	3365,8	512,8	4,9	1,6	NVV. schwach NVV.	Außerst rein wolkenlos. Kleine Cirri.
IV.	6. Sept.	12 Uhr	Johannishütte (2)	2478,0	571,7	12,5	8,3		
V.	6. Sept.	3 Uhr	Pasterze	2448,6	568,9	2,5	1,4	O. (NVV?) SVV.	Einige Wolken im Westen.
VI.	9. Sept.	3 Uhr	Heiligenblut	1307,7	654,0	19,4	16,6		Leichter Regen.

Die römischen Nummern geben hier die Reihenfolge der Experimente. Barometerstand ¹⁾ und Temperatur der Luft dienen hier nicht nur zur nähern Charakteristik, wie die übrigen Spalten, sondern wie wir sehen werden, auch zur Berechnung des Volumens aus dem gefundenen Gewichte der Kohlensäure. Der Psychrometerstand ist nicht in Rechnung zu ziehen; da alle Luft, welche in den Aspirator trat, im ersten Chlorcalciumröhrchen schon getrocknet war. Der Gehalt der Kohlensäure bezieht sich demnach immer auf 10,000 Theile „trockener“ Luft. —

Wir kommen jetzt zu den Resultaten selbst. Wie schon gesagt, wurden sie berechnet aus der Differenz des Gewichtes vor und nach dem Versuche. Wir müssen jedoch vor Allem bemerken, daß die Röhrchen nicht unmittelbar nach jedem Versuche gewogen wurden; sondern es geschah dies ehe wir München verließen, am 3., 4., 5. August und das zweite Mal am 28., 29. und 30. October. Die Röhrchen wurden während des Transportes an ihren fein ausgezogenen Enden durch lange genau anschließende Papierpfropfe verschlossen, und, in Baumwolle gefüllt, in eigene Kapseln verpackt. Wir hofften auf diese Weise alle Zunahme durch Feuchtigkeit zu vermeiden, ließen jedoch zur Vorsicht drei Röhrchen unbenutzt. Leider fanden wir, daß auch diese etwas zugenommen hatten; allein als wir die Resultate der übrigen Röhren berechneten, fand sich, daß dieser kleine

- 1) Bemerkung zur Barometerspalte. Die Höhenbestimmungen wurden theils mit einem Hypsometer nach Gintl und Mohrstadt angestellt, theils mit einem Heberbarometer von A. Greiner in München. Das letztere enthält außer der bekannten Bunten'schen Versicherung eine andere sehr vortheilhafte Einrichtung, deren Angabe wir der Güte des Herrn Professor Steinheil verdanken. Sie besteht in einer Durchsicht im Holzfutteral, und in einer kreisförmigen Anlage der Millimeterscala, wodurch ein Ablesen auf der Kuppe möglichst frei von Parallaxe bezweckt wurde. Die korrespondirenden Angaben besitzen wir aus Klagenfurt, durch die Gefälligkeit des Herrn von Prettnner. Die Bestimmung der Höhe von Klagenfurt und Vergleichung des dortigen Barometers hat Herr Director Kreil in Prag im Jahre 1847 ausgeführt. Unsere beiden Instrumente sind mit dem Normalbarometer der Königl. Academie zu München verglichen.

Uebelstand die gegenseitigen Verhältnisse in der ersten Decimale (genauer rechnete auch Saussure nicht) noch keineswegs zu verwirren vermochte. Wir glaubten daher am Besten zu thun, diesen ohnehin kleinen Fehler ganz zu vernachlässigen. Wägungen an Ort und Stelle hätten uns allerdings vor dieser Unannehmlichkeit bewahrt; jedoch Jedermann wird zugeben, daß die Waage ein Instrument ist, welches man unter solchen Umständen nicht handhaben kann. Sehr beruhigend für uns war es, das Verhältniß der drei Röhrchen desselben Versuches untereinander fast gar nicht gestört zu sehen. Es war immer nahezu wie 5:2:1; indem nämlich das Röhrchen zunächst der Einstromungsöffnung des Apparates bei weitem am meisten Kohlensäure absorbirte. Wäre die Zunahme *nach* den Versuchen eine unregelmäßige und sehr verschiedene für die einzelnen Röhren gewesen, so hätte dieser gegenseitige Quotient unmöglich eine solche Regelmäßigkeit behalten können. Die zur Berechnung angewandten Formeln waren: 1. Ausdehnung des destillirten Wassers bei $+ 23^{\circ}$ Cels. = 1,0021746 zur Berechnung des Rauminhaltes der Flasche. Marchands Tafeln 118, S. 38. 2. Das specifische Gewicht der Kohlensäure ist nach Regnault Ann. Bd. 65, S. 418 zu 1,52910 (atmosphärische Luft als Einheit). 3. Ihr absolutes Gewicht zu 1,9870 Grm. für 1000 C. Ct. angenommen worden. 4. Für die Ausdehnung der Kohlensäure zwischen 0° und 100° Cels. wurde 0,3719 (Regnault a. a. O. S. 418.) angenommen. 5. Die Correction des Volumens, abhängig vom atmosphärischen Druck, wurde nach dem Mariotte'schen Gesetze berechnet. Alle Berechnungen wurden mit Logarithmen ausgeführt. — Die Werthe für die erhaltene Kohlensäure sind in der Tabelle Nr. 2. zusammengestellt, wobei die Spalte 3 den Gehalt für 10,000 Raumtheile, Spalte 4 für 10,000 Gewichtstheile angiebt. Bei der Darstellung des gegenseitigen Verhältnisses der Volumina wurde Lienz als Einheit angenommen.

Absoluter und relativer Gehalt an Kohlensäure.

Num.	Ort der Beobacht.	Rauminhalt.	Gewichtsinhalt	Verhältnisse.
I.	Lienz	4,2	6,4	1
II.	Johannh. (1)	4,8	7,3	1,15
III.	Rachern	5,8	8,7	1,36
IV.	Johannh. (2)	4,7	7,2	1,13
V.	Pasterze	3,2	4,9	0,76
VI.	Heiligenblut	4,1	6,1	0,98

Wenn wir jetzt die Resultate unserer Untersuchungen discutiren wollen, so müssen wir vor allem die Zunahme der Kohlensäure nach der Höhe berücksichtigen. Gleich in den ersten beiden Versuchen finden wir zwar eine Erscheinung, welche diesem Gesetze zu widersprechen scheint; die Differenz zwischen Lienz und Heiligenblut ist nicht nur sehr klein, sondern ist sogar negativ. Allein ich muß zugleich auf einen Umstand aufmerksam machen, den wir schon früher erwähnt, nämlich dafs es in Lienz in der Nacht vor dem Versuche heftig, aber kurze Zeit, geregnet, ein Umstand, der nach Saussure stets eine Zunahme der Kohlensäure bewirkt. Wir müssen daher Heiligenblut und Lienz gleich setzen. Und dennoch beträgt die Differenz ihrer Höhe 556 Meter. Diese Anomalie wird aufhören uns zu befremden, wenn wir die beiden Localitäten mit einander vergleichen. Wir befinden uns in Heiligenblut nicht auf einem Berge von 1308 Meter, nicht einmal auf einem Abhang, wir haben hier noch viele Cerealien und Cultur, die wenigstens den Individuen nach sehr wohl mit Lienz verglichen werden kann. Da nun die Verminderung der Vegetation sicher ein Hauptagens ist, welches zur Vermehrung der Kohlensäure beiträgt, so ist wenigstens von dieser Seite her auch gar keine erhebliche Differenz zu erwarten.

Unsere meteorologischen und pflanzengeographischen Studien in den Alpen, haben uns fast in jeder Beziehung, wie wir glauben, zu dem Satze berechtigt, dafs Orte von gleicher absoluter Höhe unter ungleichen topographischen Verhältnissen, fast nichts mit einander gemein haben, als den

Luftdruck. — Temperatur der Luft, sowohl im Mittel als in den Extremen, Wärme der Quellen, Feuchtigkeitszustand, die Erscheinungen der Vegetation; alles kann bei gleicher Höhe Differenzen bieten, die unglaublich sind, und nur davon abhängen, ob die vorliegende Erhebung durch ein Alpenthal oder durch einen Gipfel repräsentirt ist. — Es ist unmöglich hier näher darauf einzugehen; als einziges von vielen Beispielen will ich anführen, daß im Oetzthale auf der Nordseite der Centralalpen über 1600 Meter noch Getreide gebaut wird, während in geringer Entfernung davon, auf den Abhängen der nördlichen Kalkalpen die mittlere Baumgränze nicht mehr diese Höhe erreicht ¹⁾. Es mußte uns sehr befriedigen, als die Berechnungen auch dieser Versuche die Gültigkeit unserer Ansicht zu bestätigen schienen. Wir sehen also, daß bei antherakometrischen Versuchen nur Gipfel oder isolirte Erhebungen auf Abhängen comparable Resultate liefern können. Strenge genommen könnte auch die Johannishütte in die Kategorie der nicht ganz comparablen Stationen gezogen werden. Doch glauben wir, daß die sparsame Vegetation und ihre ohnehin bedeutende absolute Höhe hinreichen werden, diesen Mangel für unseren Fall zu compensiren. Schreiten wir daher zur Vergleichung der 3 Punkte Heiligenblut, Johannishütte und Rachern, so kann uns ein auffallendes Zunehmen des Kohlensäuregehalts mit der Höhe nicht entgehen. Die Johannishütte ist uns hier eine sehr wichtige Mittelstation; denn die früheren Versuche blieben unter 1600 Meter, und a priori wäre es kaum zu entscheiden gewesen, ob die ohnehin sparsame Vegetation in Höhen von 2400 M. und darüber noch einen merklichen Einfluß ausüben könnte. Unser Versuch scheint es zu bejahen. — Hätten wir Heiligenblut und die Rachern allein gehabt, so könnten wir nicht wissen, ob die Differenz der Kohlensäure, welche wir zwischen den beiden Punkten bemerkten, nicht schon auf der Hälfte der Höhen-distanz einträte, um sodann keine weiteren Veränderungen

1) Vergl. unsere bot. Excursion in den bairischen Voralpen. Flora. Regensburg. Juli 1848. Tab. I. 12, Tab. III. 13.

mehr zu erleiden. Wir kommen hier überhaupt auf die interessante Frage, in wiefern diese Zunahme nach oben eine Begrenzung finde. Wir glauben, daß unser Experiment auf den Rachen einige Anhaltspunkte zur Beurtheilung dieses Gegenstandes biete. Es werden uns nämlich die zwei Versuche auf der Johannishütte Gelegenheit geben zu zeigen, daß Schwankungen in größerer Höhe obnehin nur unbedeutend sind. Wollen wir aber einen extremen Fall auf den Rachen setzen, so haben wir alle Ursache unser Resultat als ein Minimum zu betrachten, da wir absichtlich das Experiment erst nach einer Reihe ganz schöner Tage anstellten. Vergleichen wir nun die dort gefundene GröÙe mit jenem, was Boussingault, Saussure und Watson als Maximum in der Ebene gefunden haben, (nämlich 5 bis 6) so finden wir eine auffallende Uebereinstimmung. Ginge nun die Zunahme der Kohlensäure von dem Rachenrgipfel aufwärts noch lange in einem Verhältniß fort, wie wir es von Heiligenblut bis hieher kennen gelernt haben, so müßte bei gewaltsamen Revolutionen der ganzen Atmosphäre, welche aber das Maximum der Ebene bedingen, dieser Kohlensäuregehalt ungleich höher gesteigert werden; besonders wenn wir bedenken, wie verschwindend klein die Luftsäule zwischen unserer Erhebung in dem Dorfe im Vergleich zur ganzen Atmosphäre wird. Wir können daher annehmen, daß die Kohlensäurezunahme wirklich gewisse Schranken habe, und daß wir mit 3500 bis 4000 Meter die untere Gränze dieses constanten Maximums erreicht haben. — Wir haben jetzt noch auf unseren Satz zurückzukommen: daß die Schwankungen in großen Höhen sehr gering seyen. Wir haben dafür nur einen einzigen experimentellen Beweis, der aber nicht unwichtig ist; nämlich die zwei Experimente auf der Johannishütte; auf ihre so verschiedenen Nebenbedingungen haben wir schon früher aufmerksam gemacht. Hier müssen wir noch besonders hervorheben, daß ihre Differenz nur ein Hunderdtausendtel beträgt, während in den Stationen der Ebene Abweichungen von 4 oder 5 nach früheren Beobachtern zu den aller-

gewöhnlichsten gehören. — Wir haben bisher die geringere Menge von Kohlensäure am Gletscher unberücksichtigt gelassen. Diese Abnahme ist eine Erscheinung, für welche sich Analogien in manchen anderen Beobachtungen finden lassen. Jedoch müssen wir gestehen, daß es uns vor dem Experimente nicht ganz nothwendig schien, gerade dieß Resultat zu erhalten; denn es ist auffallend wie schwer es oft ist von vorn herein den Werth verschiedener kleiner Einflüsse richtig zu beurtheilen, die uns nach dem Versuche in ihrer Nothwendigkeit und ihrem innigen Zusammenhang klar entgegen treten. So werden wir hier den Grund dieser Erscheinung am besten in einer Absorption der Kohlensäure durch das Gletscherwasser suchen. Die ganze Oberfläche des Gletschers ist nämlich an schönen Tagen mit größeren und kleineren Wasserrieseln überdeckt; die größeren erhalten sich theilweise auch während der Nacht, wenn die Temperatur nicht sehr tief unter Null fällt. Bedenken wir, daß diese Wassermasse bei ihrer geringen Tiefe, bei ihrem Laufe über die Unebenheiten des Eises eine so große Oberfläche der Berührung mit der Atmosphäre darbietet, wie wir sie bei keiner anderen Art von Wasseransammlungen wieder finden, so kann uns eine merkliche Absorption der Kohlensäure nicht überraschen. Ich erinnere an die angeführten Versuche über großen Wasserflächen von Saussure und Vogel. Der erstere erhielt eine Differenz von nur $\frac{0,23}{10,000}$, wie von $\frac{1,2}{10,000}$. Doch glauben wir nicht, daß in der größeren Beweglichkeit des Gletscherwassers der einzige Grund dafür gesucht werden müsse. Es fehlen in der Atmosphäre unmittelbar am Gletscher auch die Bedingungen des lebhaften Austausches der Luftschichten; nämlich der aufsteigende Luftstrom; ein Phänomen dessen Wichtigkeit für die Mischung der Atmosphäre vielleicht nirgends so klar wird, als gerade am Gletscher. Die Temperatur der Luft unmittelbar am Eise, das heißt höchstens 1 Decimeter über demselben, fanden wir nämlich ziemlich regelmäßig, selbst an sonst sehr verschiedenen Tagen, we-

nige Decimalen über $+ 2^{\circ}$ C. Der erkältende Einfluss des Gletschers macht sich so sehr geltend, daß die Temperatur der Luft bis auf eine bedeutende Höhe (wir fanden dieselbe bei einem Experimente bis zu 60 Meter zunehmend) immer wächst; erst dann folgt sie dem regelmäßigen Gesetze der Erkaltung mit der Erhöhung ¹⁾. Es wird daher hier über dem Gletscher fast gar kein aufsteigender Luftstrom stattfinden können. Ganz anders verhält sich dieses am Ufer des Gletschers. Die Unterlage erwärmt sich bedeutend durch die directe Besonnung; der Contrast zwischen den anderen sehr kühlen Luftschichten wird daher sehr groß, und es entsteht ein ungemein heftiger aufsteigender Luftstrom, der nach physikalischen Gesetzen eine beständige Mischung der Atmosphäre herbeiführen muß, weil sonst bei ausschließlichem Aufsteigen ein leerer Raum entstehen müßte, was im Freien undenkbar ist. Alex. v. Humboldt hat vorzüglich auf die Bedeutung dieses Stromes im Haushalte der Atmosphären aufmerksam gemacht, und gezeigt, daß selbst größere Objecte, Insekten, Pflanzentheile und ähnliche Gegenstände, denen wir so häufig auf den höchsten Firnen auf den schneebedeckten Gipfeln begegnen, vorzüglich diesem Umstande ihre Dislocation verdanken. Bedenken wir, daß die Mehrzahl der Luftströmungen, nämlich der Winde, in einer der Erdoberfläche fast parallelen Richtung gehen, so muß uns die Wichtigkeit des aufsteigenden Luftstromes schon theoretisch sehr groß erscheinen. Practisch dürfte diese Ansicht eine nicht unbedeutende Unterstützung darin finden, daß unser Anthrakometer am Gletscher den Mangel an Mischung mit dem Mangel an Erwärmung der Unterlage zusammenfallend darstellte. Wären die Winde allein die mischenden Ursachen (in einzelnen Fällen bringen sie allerdings bedeutende Veränderungen hervor); was müßte geschehen, wenn, wie öfters der Fall ist, mehrere Tage, ja Wochen, Windstille einträte.

1) Wir dürfen diese rein meteorologischen Verhältnisse hier nur flüchtig andeuten, hoffen jedoch später eine ausführliche Zusammenstellung dieser Phänomene veröffentlichen zu können.

Es sind also auch hier nicht die gewaltigen Revolutionen, sondern stetige, wenn auch langsam wirkende Gesetze, wie die Diffusion der Gase und die aufsteigenden Luftströmungen, welche, wie so oft in der Natur, die größten Wirkungen hervorbringen.

Wir haben die Resultate aller Stationen graphisch darzustellen gesucht (Taf. II, Fig. 6.); einige Worte werden hinreichen sie zu erläutern. Wir haben nämlich als Abscissen für beide Curven die Distanzen unserer Beobachtungen gewählt. Als Ordinaten gelten in der ersten derselben, Höhendifferenzen, in der zweiten, Unterschiede im Kohlensäuregehalt. Da die Reihe der Beobachtung ein willkürliches Moment ist, so hat allerdings keine der Curven eine absolute Geltung, unter sich jedoch werden sie, da bei beiden die Abscissen unverändert sind, als ganz comparabel gelten können.

Versuchen wir nun die bisher abgeleiteten Folgerungen kurz zusammenzufassen, so können wir sagen:

1. Bei anthrakometrischen Versuchen liefern nur *freie* Erhebungen comparable Resultate. Die Höhe hat keinen absoluten Einfluss; in Thälern bringt sie keine Wirkung hervor.
2. Wir finden bis zu einer Höhe von 3365,8 Meter eine progressive Zunahme, glauben aber dort der Gränze eines constanten Maximums nahe gekommen zu seyn.
3. In großen Höhen sind die Schwankungen geringer als an tieferen Orten.
4. Die unmittelbare Gletscheratmosphäre ist ärmer an Kohlensäure als die Umgebung.
5. Aufser den Winden im gewöhnlichen Sinne, hat vorzüglich der aufsteigende Luftstrom einen bedeutenden Einfluss auf die gleichmäßige Vertheilung der Kohlensäure. Wir müssen uns dagegen verwahren, als ob wir zum Schlusse Axiome aus verhältnismässig wenigen Daten aufstellen wollten. Es geschah nur, um uns die wichtigen Consequenzen nicht zu verhehlen, welche sich von selbst aus diesen Beobachtungen ergeben. Sie machen auf Geltung nur so lange Anspruch, bis es durch weitere Untersuchungen gestattet seyn wird, sie zu modificiren.

Anhang.

Literatur der Originalarbeiten.

1774. Bergmann in Gehlers phys. Wörterbuch, Bd. II. p. 396.
(Erste Entdeckung der Kohlensäure in der Atmosphäre.)
- 1779—1796. Horace Ben. de Saussure, *Voyages dans les Alpes. Vol. IV. p. 200, §. 2010.* (Entdeckung der Kohlensäure in der Luft am Montblanc, 1787.)
1797. Alex. von Humboldt, Versuche über die Zerlegung des Luftkreises. Braunschweig. (Bericht darüber in Gilbert's Annal. Bd. III S. 77—90. Von L. A. v. Arnim.)
1801. Fourcroy. *Système des connaissances chimiques. Paris, Vol. I, p. 158.* (Approximative Angaben)
- 1813—1818. Thénard. *Traité de Chimie élémentaire théorique et pratique. Paris, Vol. I, (5me edit. p. 303.)* Methode, die Kohlensäure durch Wägungen (des Barytniederschlags) zu bestimmen.
1816. Theodor de Saussure. Ueber den verschiedenen Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlensäure. Gilb. Bd. 54, S. 217—231. (Vergleich zwischen Winter und Sommer.)
1820. Prof. A. Vogel in München. Vorläufige Nachricht über die Natur der Seeluft. Gilbert, Bd. 66, S. 93—99. (Versuche an der Nordsee. Geringere Menge der Kohlensäure über dem Meere. S. 96.)
1822. Prof. A. Vogel. Vergleichende Versuche und Bemerkungen über die Bestandtheile der Seeluft. Gilbert, Bd. 72, S. 277—288. (Dasselbe Resultat nach Untersuchungen am Kanal.)
1830. Theodor de Saussure. *Memoire sur les variations de l'acide carbonique. Geneve;* und Poggend. Ann. Bd. XIX, S. 391. (Die vollständigste Reihe aller bisher angestellten Beobachtungen.)
1832. Brunner in Bern. Beschreibung einer Methode, die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Kohlensäure zu bestimmen. Poggendorff, Neue Folge, Bd. 24. Alte Folge Bd. 100, S. 305.
1834. Henry Hough Watson. *Report of the forth meeting of the brit. assoc. for the advanc. of science, p. 583* und Erdmanns Journal. Bd. VI. S. 75—78. (Experimente 1832 und 1833 zu Bolton. Mittlerer Gehalt $\frac{5,300}{10,000}$ für Stadt-, 4,135 für Landluft.)
1835. Boussingault. *Recherches sur la composition de l'atmosphère. 2me Memoire. Compt. rend. hebdomadaire. I. p. 36.* (Er fand 6,7 bis 8,0 als Maximum.)
1843. Lewy de Copenhague. *Recherches sur la composition de l'air. Compt. rend. seance. 7. Aug. 1843. S. 235—248.* (Anomale Erscheinungen durch vulkanische Einwirkung auf Guadeloupe, im Jahr 1842.)

VI. Ueber die Thermometrie und besonders über den Vergleich des Luftthermometers mit Flüssigkeitsthermometern; von Hrn. Isidore Pierre.

Von dieser Arbeit theilen die *Comptes rendus* (T. XXVII. p. 213), ohne näheren Nachweis, die Resultate in einigen Tafeln mit, von welchen wir folgende herausheben:

Flüssigkeiten	Formel	Siedepunkt C°	Barometerstand	Spec. Gewicht bei 0°	Volumenahme von 0° bis zum Siedepunkt
Schweflige Säure, wasserfr.	SO_2	8°,90 ¹⁾	759,18	1,49110 ²⁾	0,031007977 ³⁾
Äthylchlorid	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	11,00	758,00	0,92138	0,017327324
Methylbromid	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$	13,00	759,00	1,66443	0,019218001
Aldehyd	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	22,06	758,22	0,80551	0,040195404
Äthyläther	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	35,5	755,80	0,73574	0,057305713
Äthylbromid	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$	40,7	757,10	1,47329	0,058063337
Methyljodid	$\text{C}_2\text{H}_5\text{J}$	43,8	750,20	2,19922	0,058128551
Schwefelkohlenstoff	CS_2	47,9	755,80	1,29312	0,059477315
Ameisen, Äthyläther	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_2 + \text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	52,9	752,00	0,93565	0,079093437
Siliciumchlorid	SiCl_4	59,0	760,08	1,52371	0,092248672
Eisigs, Methyläther	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3 + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}$	59,5	761,20	0,86684	0,088307477
Brom	Br	63,0	760,00	3,18718	0,073560240
Holzeisig	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$	63,0	764,00	0,82074	0,083746608
Chloroform	C_2HCl_3	63,5	772,53	1,52523	0,083851127
Monochloräthylchlorid	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$	64,8	754,05	1,24074	0,088900518
Äthyljodid	$\text{C}_2\text{H}_5\text{J}$	70,0	751,70	1,97546	0,088458112
Eisigs, Äthyläther	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3 + \text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	74,14	766,50	0,90691	0,110394306
Bichloräthylchlorid	$\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_3$	74,9	758,26	1,34651	0,105806406
Kohlenbichlorid	CCl_4	78,1	748,27	1,62983	0,104378188
Alkohol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$	78,3	758,00	0,81509	0,093588629
Phosphorchlorid	PCl_3	78,34	751,50	1,61616	0,102418411
Holländ. Flüssigk.	$\text{C}_4\text{H}_8\text{Cl}_2$	84,92	761,88	1,28034	0,106802276
Äthylsulfid	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}$	91,00	759,48	0,83672	0,129774319
Wasser	H_2O	100,00	760,00	0,99988	0,044673065
Ämylchlorid	$\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{Cl}$	101,75	752,42	0,89584	0,135699503
Butters, Methyläther	$\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2 + \text{C}_2\text{H}_5\text{O}$	102,1	743,99	1,02925	0,143315506

1) Diese Temperatur ist minus, alle übrigen sind plus.

2) Bei - 20°,48 C. 3) Von - 25°,85 bis - 8°,0 C.

Flüssigkeiten.	Formel	Sied- punkt Co	Barome- terstand	Spec. Gewicht bei 0°	Volumenzunahme von 0° bis zum Siedpunkt
Methyläthyläther	$C_4 H_8 S_2$	112,1	743,80	1,06358	0,119372657
Monochlorür, holländ. Flüssigk.	$C_4 H_7 Cl_3$	114,2	753,70	1,42234	0,120809877
Zinnchlorür	$Sn Cl_2$	115,4	753,10	2,26712	0,129976973
Amylbromid	$C_{10} H_{11} Br$	118,7	763,40	1,16576	0,123278155
Buters. Äthyläther	$C_6 H_7 O_2 + C_4 H_8 O$	119,0	746,50	0,90193	0,140627875
Kohlensäure	$C_4 Cl_4$	123,9	761,79	1,64900	0,116015282
Amylalkohol.	$C_{10} H_{12} O_2$	131,8	751,26	0,82705	0,106855998
Aldehyden Bromid-Bromhydrat	$C_4 H_4 Br_2 S_2$	132,6	756,90	2,16292 ¹⁾	0,109443288 ²⁾
Methylsulfoeyanid	$C_3 H_3 Cy S_2$	132,86	757,21	1,08794	0,117822866
Ärenchlorür	$As Cl_3$	133,81	756,90	2,20495	0,109353961
Tinchlorid	$Ti Cl_2$	136,00	762,30	1,76088	0,108602864
Bichlorür, holländ. Flüssigk.	$C_4 H_2 Cl_4$	138,6	763,39	1,61158	0,109074832
Siliciumbromid	$Si Br_3$	153,36	762,30	2,81280	0,103116740
Trichlorür holländ. Flüssigk.	$C_4 H Cl_5$	153,8	763,35	1,66267	0,103961101
Schwefeliger Äthyläther	$SO_2 + C_4 H_8 O$	160,3	763,76	1,10634	0,111791209
Tereben	$C_{10} H_{16}$	161,0	763,00	0,87179	0,104294120
Buttersäure-Monohydrat.	$C_8 H_7 O_3 + HO$	163,0	750,55	0,98165	0,114469521
Phosphorbromür	$P Br_3$	175,3	760,21	2,92489	0,091624906

1) Das spec. Gewicht dieser Flüssigkeit ist bei + 20° 09 gewonnen, weil sie bei 0° stark ist.
2) Von + 20° 09 bis 120° 09.

VII. Ueber die Newton'schen Farbenringe; von den HH. F. de la Provostaye und J. Desains.

(Compt. rend. T. XXVIII., p. 253.)

Bekanntlich erklärt die Undulationstheorie fast alle Einzelheiten des von Newton beobachteten Phänomens der

Farbenringe. Nur in einem Punkte bleibt eine etwas ernsthafte Schwierigkeit. Als Newton unter verschiedenen Einfallswinkeln die Durchmesser der zwischen zwei Glaslinsen gebildeten Ringe beobachtete, sagt er erkannt zu haben, daß die Dicken der dünnen Luftschichten, die succesiv einem selben Ringe entsprechen, sich proportional der Secante eines Winkels verändern, der ausgedrückt werden kann durch die Relation:

$$\sin u = \frac{\left(105 + \frac{1}{n}\right)}{106} \sin r$$

wo n der Brechungsindex des Glases und r der Winkel, den der gebrochene Strahl, in der dünnen Schicht, mit der Normale macht.

Der numerische Werth von $\sec. u$ weicht von $\sec. r$ nicht merklich ab, so lange r nicht 60° übersteigt. Für höhere Werthe von r , ist $\sec. u$ kleiner als $\sec. r$ und oberhalb 80° wird der Unterschied bedeutend.

Nach der Undulationstheorie müßten die Dicken für alle Incidenzen proportional zu $\sec. r$ seyn. Fresnel und Herschel erkannten diesen Unterschied und Letzterer hält sie für einen wichtigen Einwurf gegen die Undulationstheorie. Um ihn zu erklären nehmen sie an, das Snell'sche Gesetz (*Le loi de Descartes*) sey möglicherweise unrichtig für eine grofse Schiefe der Strahlen zwischen stark genäherten Flächen¹⁾.

Im Laufe einer Reihe von Versuchen zum Studium des Phänomens der Farbenringe haben wir Gelegenheit gehabt uns zu überzeugen, daß, der Behauptung Newton's zuwider, das theoretische Gesetz vollkommen übereinstimmt mit den Beobachtungen bis zu der letzten Gränze, bei der es uns noch möglich war die Ringe deutlich zu erblicken. Diese Gränze ist $85^\circ 21'$.

Die Neigungen wurden uns durch einen Gambey'schen Theodolith mit Sicherheit gegeben. Die Ringe wurden in
 1) Fresnel, *Supplément à la chimie de Thomson*, T. V. p. 75.
 (Ann. Bd. XII. S. 203). Herschel, *Traité de la Lumière* T. I.
 p. 434 (Herschel, vom Licht §. 670).

dem homogenen Lichte einer mit gesalzenem Alkohol gespeisten Flamme gebildet. Ihr Durchmesser wurde auf folgende Weise gemessen.

Das auf einer vollkommen horizontalen Unterlage befindliche System der beiden Gläser liefs sich durch eine gute Mikrometerschraube, deren Axe winkelrecht war, auf der Vertical-Ebene des Theodoliths, in Bewegung setzen; und man führte succesiv den dunkelsten Theil eines jeden schwarzen Ringes unter den Verticalfaden des Fernrohrs. Der Gang der Schraube, der zwei Hundertel eines Millimeters angab, lehrte dann, wie begreiflich, den wirklichen Durchmesser der Ringe ohne alle Berichtigung kennen.

Wir haben die Ehre hier einige der erhaltenen Zahlen vorzulegen. Sie zeigen, welchen Grad von Sicherheit man von dieser Art von Messung erwarten kann, und welches Zutrauen unsere Behauptung verdient. In der folgenden Tafel nennen wir *n*ten Ring denjenigen, für welchen die Dicke das 2 (*n* — 1) fache der Dicke ist, die dem ersten hellen Ring entspricht.

	Neigung 7° 55' 30"		Neigung 37° 36'	
	Durchmesser beobachtet mm.	Durchmesser berechnet nach dem theoret. Gesetz mm.	Durchmesser beobachtet mm.	Durchmesser, berechnet nach dem theoret. Gesetz. mm.
2ter			6,30	6,21
3ter	7,98	7,86	8,85	8,78
4ter	9,71	9,61	10,78	10,76
5ter	11,11	11,11	12,47	12,42
6ter	12,51	12,42	13,86	13,88
7ter	13,69	13,60	15,16	15,21
8ter	14,75	14,70	16,42	16,43
9ter	15,79	15,71	17,60	17,57
10ter	16,69	16,66	18,66	18,63
11ter	17,65	17,57		
12ter	18,41	18,42		

	Neigung 84° 3'			Neigung 85° 21'		
	Durch- messer beobach- tet	Durch- messer berechnet		Durch- messer beobach- tet	Durch- messer berechnet	
		nach dem theoret. Gesetz	nach der Newton'- schen Formel		nach dem theoret. Gesetz	nach der Newton'- schen Formel
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
2ter	17,09	17,16	15,26	19,82	19,41	16,37
3ter	24,12	24,27	21,58	27,42	27,45	23,15
4ter	29,79	29,73	26,43	33,79	33,63	28,36
5ter	34,10	34,33	30,52	38,74	38,82	32,75
6ter	38,38	38,38	34,12	43,53	43,41	36,61
7ter	42,12	42,05	37,38	47,53	47,55	40,11
8ter	45,56	45,44	40,38			
9ter	48,77	48,55	43,17			
11ter	51,78	51,50	45,78			

VIII. *Zerlegung des Wassers vom todtten Meere; von R. F. Marchand.*

Von dem Wasser des todtten Meeres sind bis jetzt sieben Analysen bekannt geworden, die von Lavoisier, Mar-
cet, Klaproth, Gay-Lussac, Hermstädt, C. G. Gme-
lin und endlich von Apjohn angestellt worden sind. Die
Resultate dieser Analysen stimmen wenig miteinander über-
ein, nicht allein in Beziehung auf die Quantität der in dem
Wasser enthaltenen Salze: sie weichen auch wesentlich von
einander ab in Betreff des relativen Verhältnisses der ein-
zelnen Stoffe untereinander. Es ist kein Zweifel, daß die
Zusammensetzung des Meeresbodens und des salzhaltigen
Ufers, welches im Süden durch das Steinsalz-Gebirge von
Usdum gebildet wird, die Ursache dieser Differenzen sind.

Herr von Kunowski aus Berlin brachte vor einigen
Jahren etwa ein Litre Wasser in einer gläsernen mit Kork
verstopften und versiegelten Flasche, von einer Reise aus

dem Orient mit, welches er an der nördlichen Spitze des Sees, unweit von dem Einflusse des Jordans, geschöpft hatte. Derselbe hatte die Güte, mir dieses, wie auch eine Quantität Erde aus der westlich vom Meere gelegenen Salzwüste Zeph zur Untersuchung mitzutheilen.

Das specifische Gewicht des Wassers fand ich bei 19° C. zu 1,18415; bei 13° 1,1859 also niedriger, als die meisten früheren Beobachter; nur Apjohn fand es zu 1,153; das Wasser, welches er untersuchte war sehr nahe dem Jordan und zur Regenzeit geschöpft.

Die Analyse, welche auf die gewöhnliche Weise angestellt worden, ergab folgendes Resultat:

Chlorcalcium	2,894	{ Chlor	1,853
		{ Calcium	1,043
Chlormagnesium	10,543	{ Chlor	7,866
		{ Magnesium	2,677
Chlorkalium	1,398	{ Chlor	0,665
		{ Kalium	0,733
Chlornatrium	6,578	{ Chlor	3,992
		{ Natrium	2,586
Chloraluminium	0,018	{ Chlor	0,013
		{ Aluminium	0,005
Brommagnesium	0,2507	{ Brom	0,2178
		{ Magnesium	0,0329
Schwefelsaurer Kalk	0,088	{ Schwefels.	0,052
		{ Kalk	0,036
Kieselsäure	0,003		
	21,729.		

Die Erde enthält gegen 16 Procent in Wasser lösliche Salze, unter denen eine reichliche Menge Brommagnesium sich befand.

IX. *Nekrolog.*

Die physikalischen Wissenschaften haben kurz nacheinander zwei Verluste erlitten, deren jeder mit tiefer Trauer erfüllen muß.

Ludwig Friedrich Wilhelm August Seebeck, der würdige Sohn des Mannes, der einst zu den Koryphäen der Berliner Academie zählte, ist mitten im kräftigsten Mannesalter ein Raub des unerbittlichen Todes geworden. Geboren zu Jena am 27. Dec. 1805, in Berlin gebildet und hier mehre Jahre als Lehrer am Cöllnischen Gymnasium mit Auszeichnung thätig, starb er zu Dresden, als Director der technischen Bildungsanstalt daselbst, in der Nacht vom 18. auf den 19. März d. J. an den leider immer noch nicht ausgerotteten Menschenblattern. Was der Verewigte für die Wissenschaft war, das bezeugen seine gediegenen Arbeiten im Gebiete der Optik und Akustik, die ihn längst den gründlichsten und einsichtsvollsten Physikern Deutschlands an die Seite stellten; wieviel von seiner Thätigkeit noch zu erwarten stand, das vermögen nur Die ganz zu beurtheilen, welche wissen, daß seine bisherigen Arbeiten nur die Früchte kärglich zugemessener Mußestunden waren, und daß sich ihm erst wenige Tage vor seinem Ende in der Berufung zur ordentl. Professur der Physik in Leipzig ein freierer und mit den Hilfsmitteln der Wissenschaft reichlich ausgestatteter Wirkungskreis eröffnet hatte. Sein Tod ist daher in Wahrheit ein Verlust für die Wissenschaft!

Johann Wolfgang Döbereiner, der berühmte Entdecker so vieler wichtigen Thatsachen im Bereich der Physik und Chemie, starb am 24. März d. J. zu Jena, freilich nicht mehr in der Blüthe des Lebens, aber doch immer noch in einem Alter, wo er hätte für die Wissenschaft thätig seyn können (geb. 1780 Dec. 13. zu Cur im Bayreuth'schen). Seine Werke errichten ihm ein unvergängliches Denkmal!